

R C C P 欧米調査報告書

——欧米における R C C P の実態——

昭和 6 3 年 3 月

社団法人 セメント協会

目 次

I. 総 説	2
II. 調 査 報 告	4
1. 西ドイツ	4
(1) 背 景	4
(2) 米陸軍キッチンゲン基地重車輛駐車場	4
(3) ま と め	7
2. スペイン	11
(1) 背 景	11
(2) バルセロナ周辺道路及びレイロ社構内舗装	11
(3) マドリッド周辺道路	14
(4) スペインセメント応用研究所技術者とのミーティング	19
(5) ま と め	21
3. フランス	33
(1) 背 景	33
(2) フランス中央土木研究所技術者とのミーティング	33
(3) ディエップ港木材ヤード	39
(4) ま と め	43
4. アメリカ	51
(1) 背 景	51
(2) 米陸軍フォートフッド基地重車輛駐車場	52
(3) ポートランド空港エプロン	57
(4) マルトノマー郡道路	60
(5) タコマ港インターモーダルヤード	63
(6) ま と め	69
5. カナダ（西部地区）	81
(1) 背 景	81
(2) ジョンストン社トラックターミナル	81
(3) フレーザー製材工場	84
(4) ま と め	89
III. 結 び	97
IV. 調 査 日 程	98
V. 訪 問 先	102
VI. 団 員 名 簿	104
VII. 資 料 編	107

I. 総 説

転圧コンクリート舗装(Roller Compacted Concrete Pavement)は、従来の舗装用コンクリートよりも、著しく水量を減じた硬練りのコンクリートを路盤上に敷均し、これをローラによって転圧し締固めて得られる舗装である。

このRCCP工法は、①特殊な舗設機械を必要とせず、施工速度が早い、②施工後、早期に交通開放が可能である、③従来のセメントコンクリート舗装に比して安価であるなどの特長を備えているうえ、その施工に利用されるアスファルトフィニッシャーやローラなどのアスファルト舗装用機械の性能の向上に伴って、より品質の高い舗装の施工が可能になったため、近年、特に注目されるようになった。

しかしながら、わが国ではRCCPの施工実績は未だ乏しく、その設計・施工の技術的基準も確立されていないので、(社)セメント協会では本工法の研究の促進に資するため、欧米におけるRCCPの実情を現地調査することとした。本冊子は、その調査成果を取りまとめた報告書である。

調査対象国はRCCPの施工実績が多く、予め入手し得る資料が比較的豊富なうえ、短時日に関係機関にコンタクトが可能であった西ドイツ、スペイン、フランス、アメリカ及びカナダの5ヶ国を選び、計16ヶ所における実地調査とともに、現地関係者とのミーティングを行った。

調査結果の詳細は後述のとおりであるが、ここでは①現地調査の印象を述べ、ついで②文献調査を含む調査全般を通じて得られた結論を要約することとする。

まず西ドイツでは、フランクフルトの東南東約110kmのヴルツブルク近郊にある米陸軍キッチンゲン基地内の重車輛駐車を視察する機会を得た。これは米陸軍工兵隊の仕様によって1986年10月に実施されたもので、西ドイツにおける本格的な施工例(約15,000㎡)であって、平坦性、表面の肌目とも極めて良好であった。

西ドイツにおけるRCCPの施工実績は、他の欧米諸国に比べて未だ少ないようである。

スペインにおけるRCCPの歴史は古く、施工実績も約430万㎡に及んでいるので、われわれの期待も大きかったが、スペインセメント応用研究所の懇切な対応もあって、多くの有益な情報を得ることができた。

視察現場はバルセロナとマドリッドの周辺において、構内舗装、軽交通および重交通道路について供用中6ヶ所、施工中2ヶ所の計8ヶ所で、施工時期も1970年から今日にまで及んでいるため、この間の技術の変遷もうかがわれて興味深いものであった。

スペインのRCCPは、既に試験段階を脱却して、技術的にも経済的にも評価が定まって、本格的な普及の過程にあると見受けられた。

つぎにフランスでは、パリ中央土木研究所でのミーティングのほか、パリの北西約150kmのディエップ港の木材ヤードの舗装を視察した。フランスにおけるRCCPの施工実績は約220万㎡に達し、スペインに次いで世界第2位である。これは第2次オイルショック直後に、軽交通道路にRCCPを適用することを政府が推進したことにもよる。

しかし現状では、①舗装用アスファルトの価格が安定して経済的メリットが減少したこと、②収縮ひびわれの

発生がきらわれることもあって、道路舗装よりも重軸荷重が加わる港湾の荷役ヤードなどに多く施工されているとのことである。

アメリカで初めてRCCPが施工されたのは1941年(ワシントン州、空港ランウェイ)であるが、その後は久しく中断し、オイルショックを契機に本格的な研究が再開されている。施工実績は40万㎡程度で、大国の割にはその量が少なく、それも北西部に集中しているようである。

テキサス州ダラスの陸軍フォートフッド基地内の重車輛駐車場、オレゴン州ポートランドの空港エプロンおよび郡道試験舗装、ワシントン州タコマ港の貨物中継ターミナルヤードの4ヶ所を現地調査したが、概して良好な供用性を示していた。

アメリカにおけるRCCPの技術開発は、米陸軍工兵隊の研究によるところが大きく、実績も陸軍の重車輛駐車場が多く、その技術基準もかなり整備されている。したがって、その評価も既に定まり、今後は普及のテンポが早まるのではないかと印象を得た。

林業の盛んなカナダのRCCPは、1970年代中期以降、貯木場、貯炭場、鉱石運搬路等の超重車輛が走行する箇所への適用にはじまり、これが1980年代にはコンテナヤード、空港エプロン等にまで拡大して採用されるようになった。さらに最近では試験舗装の段階を経て、一般道路の舗装としても普及しようとしている。

バンクーバー郊外のトラックターミナルと製材工場の2ヶ所を視察したが、前者はRCCPの急速施工、早期供用の長所を活して修繕工法として採用された例であり、一方、後者はいわば伝統的な重荷重対応の例で、原木運搬用のフォークリフトは自重約65ton、積載重量50tonで、そのほとんどが前2輪にかかるものであった。

限られた現場を、短時間で調査した結果をもって、大勢を論ずることは困難であるが、以上の現地調査で得られた知見と入手資料の検討、事前の文献調査の結果を総合すると、結論をおよそ次のように要約することが出来るよう。

1. 転圧コンクリート舗装の道路への適用は、スペインが最も古く、1970年代初期に遡ることができ、1980年代中期には軽交通道路から重交通道路へと適用範囲を拡大しはじめた。
2. 各国とも第1次オイルショック(1973年)を契機として、RCCPに対する関心が高まりその研究も促進されて、1970年代中期から実績が増大した。1980年代中期には、重車輛が低速走行するヤード等における試験施工の時代を脱して、RCCPの技術的、経済的な優位性の評価も定まり、一般道路への適用の段階に達している。
3. RCCP採用の主な理由は、①急速施工、②早期供用可能、③経済性にある。一方、主な問題点としては、①収縮クラックの発生をコントロールすることについて検討の余地があること、②平坦性の確保に留意を要することが挙げられる。しかし、これらの問題点についても解決の努力が続けられており、RCCPは今後とも普及の傾向にある。
4. 各国の研究成果と実績に照らして判断すると、RCCPのわが国の道路への導入は、国情の相違による課題はあるものの、有望であると思われる。また、このためには試験施工によるデータの集積を急ぎ、技術基準を整備する必要がある。

Ⅱ. 調査報告

1. 西 ド イ ツ

(1) 背 景

西ドイツの道路現況についてみると、全道路延長は490,045kmで、うち高速道路8,198km、主要道路31,485km、二級道路63,306km、その他387,056kmとなっており、その舗装率は99.0%である。また、道路延長のうち、特に高速道路の道路密度は、オランダ(0.048km/km²)に次いで世界第2位(0.033km/km²)であり、道路の高規格化が進んでいるといえよう。

コンクリート舗装についても、アウトバーンにおける戦前からの実績に見るまでもなく、歴史的、技術的にも世界に冠たるものとされている。

しかしながら、RCCPの道路への適用は、他の欧米諸国に比べかなり立遅れた状況のようで、外国の道路工事で使われたRCCPの好ましい実績が動機となり、1986年から西ドイツ交通省によって工法の検討が始められ、1987年によく試験施工が実施される段階に至っている。

西ドイツにおける今回の調査現場は、1986年に施工されたキッチンゲン米陸軍基地重車輛駐車で、このRCCPの適用例は米陸軍工兵隊の仕様により、西ドイツの施工業者によって施工されたものである。なお、西ドイツ交通省によって実施された試験施工(1987年11月)については、本調査時点までに、情報が入手されていなかったため調査には加えられなかった。

(2) 米陸軍キッチンゲン基地重車輛駐車場

1) 現場調査の概要

- ① 年 月 日 : 1987年11月19日
- ② 場 所 : 米陸軍キッチンゲン基地内重車輛駐車場(フランクフルトの東南東約110km. 図-1.1参照)
- ③ 現場案内者 : Reiner Deneke氏 (ABG社Product Manager)
Herman Schmidt氏(ABG社Export Sales Manager)

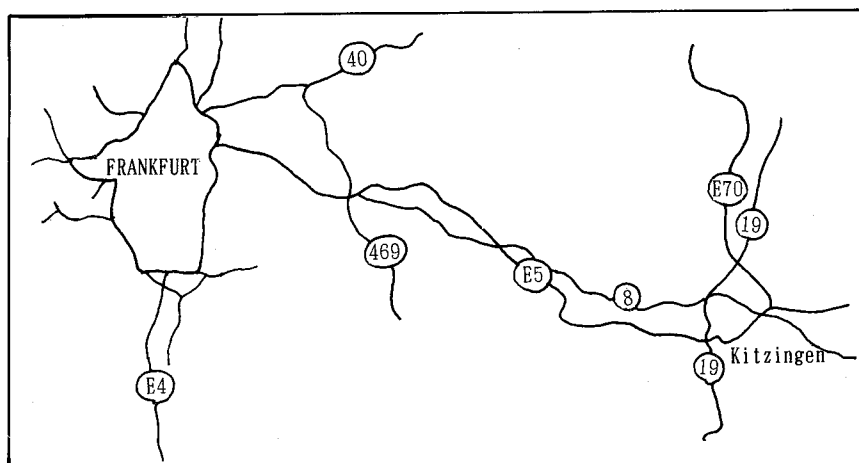


図-1.1 米陸軍キッチンゲン基地位置図

2) 工事概要

当駐車場のRCCPは、米陸軍が発注し、西ドイツの施工業者が施工した西ドイツにおける初めての本格的なRCCPの施工例といえる。なお、当駐車場は、現在、25t戦車及び20tトラックの駐車に供されている。

本現場の工事概要は以下のとおりである。

- 施工時期：1986年10月
- 施工面積：約15000m² (106×150m)

本現場の状況を写真1-1～1-6に示す。

3) 経緯

案内者の説明によると、RCCPは少ない含水比でも施工が可能で、強度が確保できること等から採用されたのではないかとのことであったが、米国内での施工実績の影響も大きいと考えられる。RCCPの設計、施工方法については、米陸軍工兵隊の仕様書があり、これを適用し実施している。

4) 舗装構造

RCCPの舗装断面は図-1.2に示すとおりで、碎石路盤32cm, RCCP18cmの構成である。

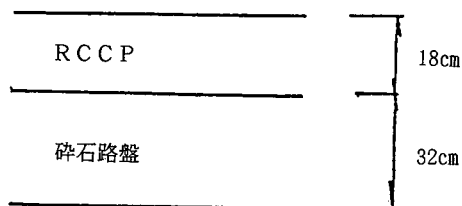


図-1.2 舗装構造

5) 配合

RCCの配合は表-1.1のとおりで、単位水量は、修正プロクター突固め試験により、図-1.3に示した含水比と乾燥密度の関係から、最適含水比を求めて決定している。

使用材料は、PZ35Fのポルトランドセメント、混和材としてフライアッシュを用い、骨材には川砂(2～0mm)及び砂利(8～2mm, 16～8mm)を使用した。

表-1.1 RCCの配合

使用材料		単 位 量 (kg/m ³)
配 合	セメント	277
	フライアッシュ	156
	砂利 (16～8mm)	458
	砂利 (8～2mm)	737
	砂 (2～0mm)	594
	水	127(6.6)
骨材最大粒径 (mm)		16
W/C (%)		45.8
W/C+F (%)		29.3
備考：骨材は表乾ベースで表示 表中()内は含水比 (%)		

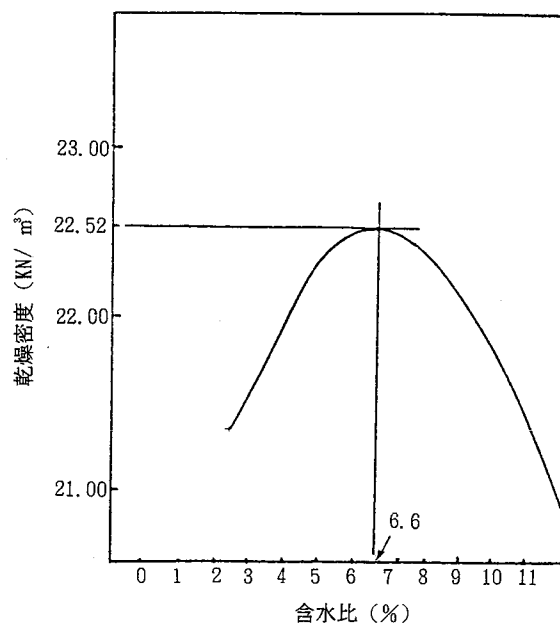


図-1.3 含水比と乾燥密度

6) 施 工

6日間（平均日施工量：2650㎡）で施工したが、施工レーンの割り付けを図-1.4に示す。なお、1日の施工順序としては、勾配の低い方から高い方に向かって舗設しているようである。

a. 準備工

碎石路盤は、モータグレーダにより敷均し、12t振動ローラと振動プレートにより締固めた。また、RCCPの施工に先立ち、路盤面に散水を行った。なお、施工箇所の周囲には縁石を設置している。

b. 混合、製造

RCCの製造は、Messrsのレディミクストコンクリート工場で行ったもので、単軸のドラム型ミキサによ

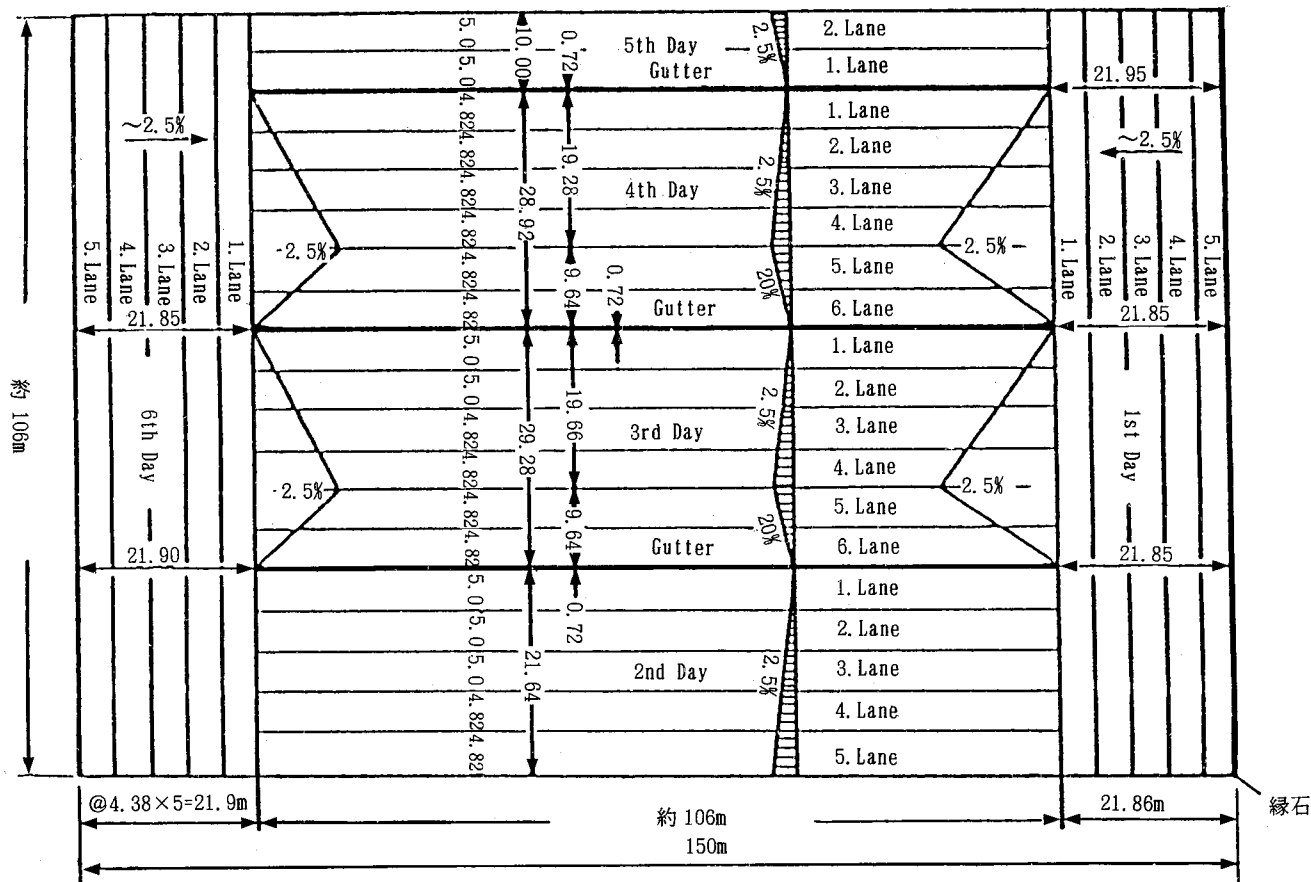


図-1.4 施工レーンの割付け

り、1バッチの混合量を2 m³、混合時間60秒として出荷した。 図-1.3 含水比と乾燥密度

c. 運 搬

RCCはダンプトラックにより施工現場へ運搬し、運搬時間は平均30分であった。

d. 敷均し

敷均しは、ハイパワーコンパクションスクリード付きのアスファルトフィニッシャ（フェーゲル社S-1700）及びダブルタンパ付きのアスファルトフィニッシャ（ABG社タイタン410S）を用いて、敷均し幅を4.3m～5.0m、層厚18cmとして1層で行ったものである。また、敷均しの端部は、フィニッシャのアタッチメントにより15°のテーパをつけ敷均している。

e. 転 圧

転圧は、タンデムローラ及びタイヤローラを使用し、締固めのパターンは次のとおりである。

- ① タンデムローラ (無振で 2 pass)
- ② タンデムローラ (有振で 4 pass)
- ③ タイヤローラ (2 pass)
- ④ タンデムローラ (無振で 4 pass)

なお、転圧はRCC混合後 2 時間以内に終了させることや、表面の凹凸は 3 m で 6 mm を越えてはならないことが義務づけられていた。

f. 目 地

縦方向の施工目地は、単純に突合せたもので、1 日の施工区間の中では、全てフレッシュジョイントとし、この場合の隣接レーンの舗設は 60 分以内であればよいとされていた。縦方向施工目地がコールドジョイントとなる場合は、前日に舗設した端部をコンクリートカッターで垂直に切取ってから施工した。なお、縦方向の施工目地には、カッター目地を設けていない。

横方向の収縮目地は、約 25m 間隔でカッター目地 (目地幅：7～8 mm，深さ：50mm 程度) としていた (写真 1-4 参照)。

排水構造物及び施工箇所周囲に設置した縁石の内側には目地板を貼付け縁切りをしている (写真 1-3 参照)。

g. 養 生

施工後スプリンクラーを用いて、1 週間散水養生を行った。

7) 供用性状

供用後、約 1 年 1 カ月経過した RCCP の路面性状を視察した結果は、次のようであった。

- a. 横方向の収縮ひびわれは、カッター目地を設けているためかほとんど認められなかった。
- b. 一部の縦方向施工目地間に、幅 2～3 mm の縦ひびわれがほぼ 10m 間隔に発生していた。案内者によると、これは、ワイルドクラックと称しているもので、他の現場では、あまり見られなかったひびわれであった (写真 1-5 参照)。
- c. 縦方向施工目地は、大半がフレッシュジョイントで施工されたものであるが、段差もほとんど見受けられず、ジョイント部の性状は、ほぼ良好であった。
- d. 表面性状は、部分的にヘアクラックが認められた他、良好な仕上がり状況であったといえよう (写真 1-6 参照)。

(3) まとめ

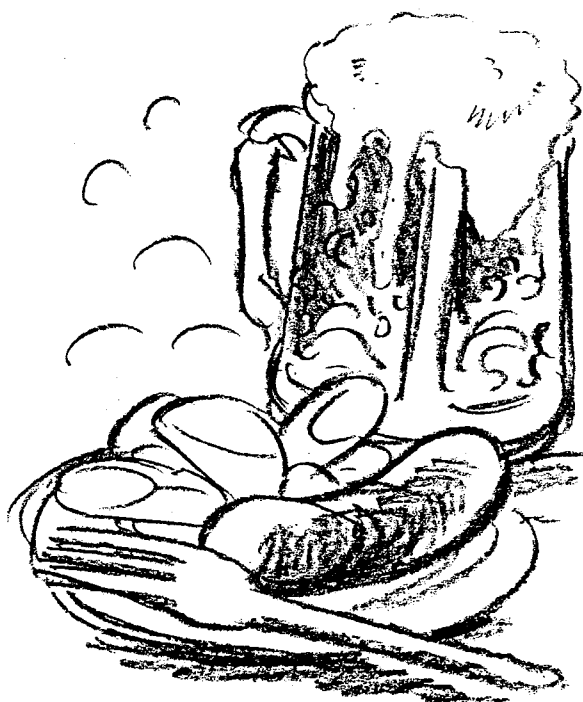
当現場は、米陸軍工兵隊の仕様によって実施されたものであるため、RCCP に関する細目については、4. (6) アメリカのまとめを参照されたい。なお、当現場での RCCP は、縦方向に発生していたひびわれが若干気になるものの、路面性状 (表面の肌目、段差、平坦性等) は、今回、調査した中 (16ヶ所) で最も良好と思われ、また、供用性としても、現状では十分な性能を有していたと考えられる。

西ドイツにおける RCCP の使用実績としては、(イ) 米陸軍基地内の重車輛駐車場に適用した結果、経済的で良好な供用性を示した。(ロ) 西ドイツ交通省が国道 B 266 でアスファルト舗装の基層として用いた試験施工を実施した結果、RCCP は耐久性が高く、維持の容易な道路舗装として注目している。

現在確認できている施工実績は 2 件で、他の欧米諸国に比べ少ない。西ドイツのこのような状況は、通常のコンクリート舗装の使用量が多く、また、その技術が確立されているため、このことが RCCP の普及に対する障

害となっているのではないかと推測される。

しかし、道路交通研究協会の1987年コンクリート道路会議での会長あいさつで、転圧コンクリートとその利用が新技術として挙げられたということは、西ドイツにおけるRCCPの研究、並びに道路舗装への適用が、今後、急速に進められることを示唆していると考えられる。



西ドイツにおける視察写真



写真1-1 米陸軍キッチンゲン基地入口



写真1-2 RCCP施工現場:重車輛駐車場の状況(視察当日は小雨)



写真1-3 構造物(排水溝、マンホール)の設置状況

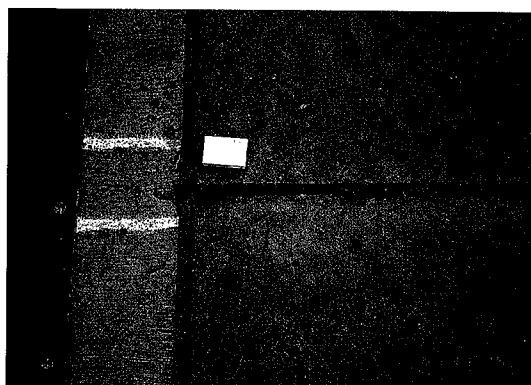


写真1-4 目地状況:構造物周辺の目地及び横断のカッター目地は歴青系目地材を注入している。



写真1-5 縦断に発生したひびわれの状況。
縦方向のフレッシュジョイントの中間に発生している。

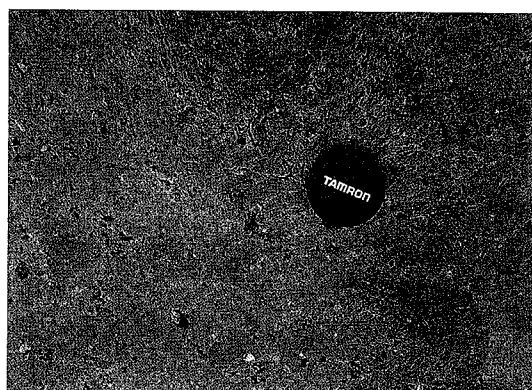


写真1-6 表面性状:RCCPの表面は緻密で平坦な仕上がりとなっている。

2. スペイン

(1) 背景

スペインにおけるRCCPの施工実績は古く、1970年代初頭のCatalogneの例に遡る。この頃の施工は村道や農道等の軽交通道路を対象とされ、工事の技術水準も低く、事前の研究や品質管理が行われないまま試行錯誤の段階であった。しかし1984年頃から、新設道路工事や地域開発の道路拡張のためにRCCPの必要性が増し、試験施工がなされるようになり、気候的、地理的条件や材料、構造、施工面における幅広い検討がなされてきた。最近では、軽交通道路や駐車場のみにとどまらず重交通道路への適用に至っており、軽交通道路400万㎡、重交通道路30万㎡と世界一の実績を示している。

RCCPを道路へ採用するに当たっては、a.交通を遮断せずに施工できること、b.その地域の材料を使用すること、c.高混和率でフライアッシュを利用すること、d.経済的、耐久的かつ維持費の安い道路を得ること、が考慮され、今日ではこれらの目的がほぼ充足されてきており、本技術は非常に有効であるという高い評価と期待が寄せられている。

(2) バルセロナ周辺道路及びレイロ社構内舗装

1) 現地調査の概要

年 月 日：1987年11月23日（小雨）

場 所：バルセロナ近郊、アイガフレダ市

（図-2.1参照）

- ①地方主要道
- ②村 道
- ③農 道
- ④市 街 地 道
- ⑤レイロ社構内舗装

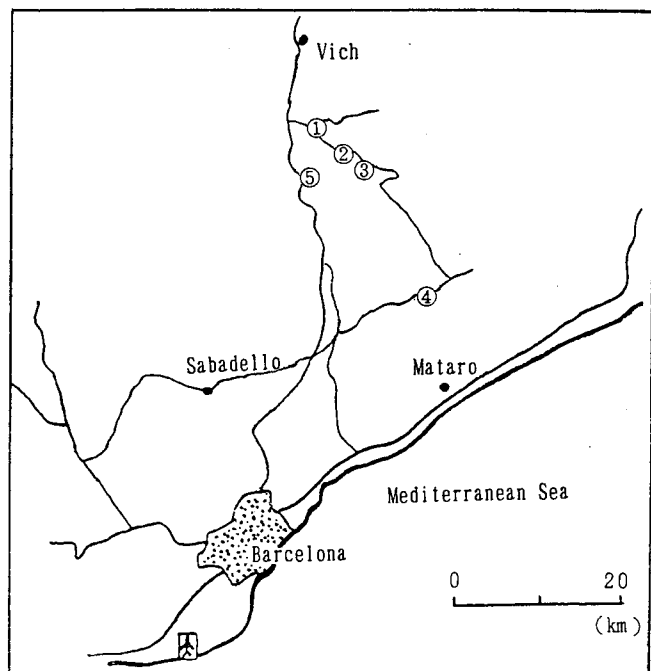


図-2.1 バルセロナ周辺道路図

・現場案内者：

Carlos Jofré Ibáñez	(IECA)	Alejandro Josa	(IECA)
José Manuel Lozano Martín	(IECA)	Jesús Díaz Minguela	(IECA)
Vicente Martínez Castell	(CM)	Maximo Parron	(CM)
Julio Grande	(CM)	Vicens Baro Agusti	(LEIRO)

注) IECA: Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones

・セメントメーカーによって設立されたセメント協会内で主にセメントの応用研究、地域業者のコンサルタント等を行う機関

- ・ 4 年前に開設し、現在 9 名の技術者で運営している。
- ・ 組織は、技術センターにスペシャリスト 2 名(C. Jofré 氏他 1 名)
各地方に担当者 5 名 セメントの管理者 2 名
- ・ 人数が少ないようであるがセメント会社ごとに研究所があり、必要な場合他部署へ依頼または応援を頼んでいる。
- ・ C. Jofré 氏自身は政府のセメント総合研究所に15年間在籍し、1 年前からIECAに所属している。

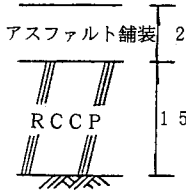
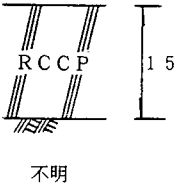
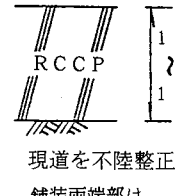
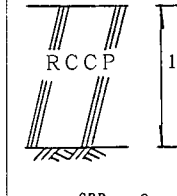
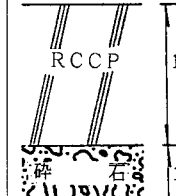
CM: Comunidad de Madrid

LEIRO: アイガフレッタ市の舗装施工会社

2) 工事概要

各調査箇所の施工時期及び規模を表-2. 1に示す。

表-2.1 工事概要

	①	②	③	④	⑤
舗装種類	地方主要道	村道	農道	市街地道	構内舗装
施工年月	1970年頃	1975年頃	1986年	1983年	1987年
施工規模	W = 5 m	W = 5 m	W=5m・L=2500m	1500㎡	2000㎡
舗装構造	 アスファルト舗装 2 RCCP 1.5 不明	 RCCP 1.5 不明	 RCCP 1.2 RCCP 1.5 現道を不陸整正 舗装両端部は ・ 型枠を用いず ・ 無転圧	 RCCP 1.8 CBR = 8	 RCCP 1.8 石 1.5 不明

3) 舗装構造

各調査箇所の舗装構造を同じく表-2. 1に示す。

日本の交通量の区分で表せば、簡易舗装あるいはL交通程度と考えられる道路、及び構内舗装である。スペインではこれらを総してlow-volume roadsと称している。

なお④の路床は、Tierra-Vegetal (ティエラ・ベヘタル) と呼ばれる地層を転圧してCBR=8を確保し、この路床上に直接RCCPを施工している。

4) 製造・運搬

コンクリートはLEIRO社所有のバッチ式 1 ㎡練りのミキサで製造し、ダンプトラックで現場へ運搬する。コンクリートの配合は①～⑤とも基本的に同一であり表-2. 2に示す。

5) 敷均し

敷均しは、モータグレーダによって実施し、⑤の場合は3～4m幅で敷均している。

6) 転 圧

10～12 ton 級の振動ローラを用いて97%の締固め度が得られるまで（通常、初めに無振で1回転圧した後、

表-2.2 配 合

材 料 名	単 位 量 (kg/m ³)
セ メ ン ト (P-450)	170
フライアッシュ (ASTM class C)	90
水	110 (4.5%)
砕 石 (10~30mm)	230
砕 石 (0~10mm)	1630
砂 (0~5 mm)	240

・ 砕石は主に石灰岩である。
 ・ 砂利の使用も認めているが、かみ合わせ効果を期待して66%以上は砕石を用いることとしている。
 ・ 混和剤は、減水剤あるいは遅延剤を現場条件に合わせて使い分けている。
 ・ フライアッシュが使用され始めたのは1980年前後からで、それ以前の配合はセメント量が260kg/m³であった。

有振で4~5回) 転圧し、建物周りは、小型の振動ローラを用いて締固めている。振動ローラの機種としては、鉄輪-タイヤのコンバインドローラがよく用いられている。

なお、①、②の現場については、1 ton 級の振動ローラを用いて施工したとのことで現在も1 m幅程度のローラマークが所々に残っていた。

7) 表面仕上げ

セメントスラリーまたは水を流して”ヘリコプタ”と呼ばれる回転ゴテを使用して仕上げ、舗装表面の仕上がりを良くし、かつスリップ事故対策(一種の洗い出し工法か)としている。

8) 養 生

通常は、2 日間の養生期間を取っているが、迂回路が無いような生活道路の場合には、重車輛を除いて翌日より交通開放を実施している。

また、⑤では特に散水養生は実施しなかったとのことである。

9) カッター目地

①の現場では、カッター目地(収縮目地)を一切設けずに施工を実施したが、5~6m間隔で収縮クラックが入った。(現在、表層のアスファルト舗装に生じているリフレクションクラックには、歴青材でシールが施してある。)

②~⑤の現場では①の結果を考慮して、5 cm深さのカッター目地を6 m間隔で設け、現在に至っている。この処置によって、構造上支障が生じるような大きなクラックは生じていないようである。

なお、カッター目地に目地材を注入するか否かについては、現在も論議の分かれるところであるが、現在は注入していない。

10) 施工体制について

LEIRO社は、標準的な地方業者(従業員200名程度)で半径30kmの地域を対象として道路舗装等を行っている。

RCCPの施工にあたっては、作業員6名と下記の機械編成で1チームを組み

- ・モータグレーダ1台(CATERPILLAR)

- ・振動ローラ1台(LEBRERO)
- ・ヘリコプタ(回転ゴテ)2台(ERRUT)

日当たりの平均作業量は800㎡である。LEIRO社は、これを3チーム組織して、現場施工を実施している。

11) 供用状況

①の現場は、前述したようなリフレクションクラックがかなり認められたが、乗り心地は良好で施工後18年経過した現在も供用上支障となるような点は無さそうであった。

②～④の現場は、カッター目地処理によって大きなクラックの発生は無く、小規模なクラックが部分的に認められたが、発注者・施工者ともクラックそのものについては余りにしていないようである。これらの現場の交通量は極めて少なく、これ程までの舗装をしなくてもと感じられたが、耐用年数・メンテナンス等を総合的に考慮すると、他工法に比べてかなり有利であるものと思われる(スペインのCo舗装の設計寿命は20年、As舗装は10年である)。

⑤は2週間程度前に施工したばかりで、本格的な使用はされておらず、舗装表面には”ヘリコプタ”仕上げの跡がまだはっきりと残っていた。

このスペインのlow-volume roadsへの適用事例は、日本における軽交通道路へのRCCP工法の検討にかなり参考になるものと思われる。

(3) マドリッド周辺道路

1) 現地調査の概要

年 月 日：1987年11月24日(快晴後曇り)

場 所：マドリッド市周辺(図-2.2参照)

- a. アンダルシア高速道路ヴァルデモロ付近(拡幅工事实施中)
- b. マドリッド市郊外バイパス(RCCP養生中)
- c. バレンシア街道セビージャ付近(供用中)

・現場案内者： Carlos Jofré Ibáñez (前出, IECA)

Isidoro Carretero (Comunidad de Madrid)

José Ramón Paramio (Ministerio de Obras Públicas Y Transportes)

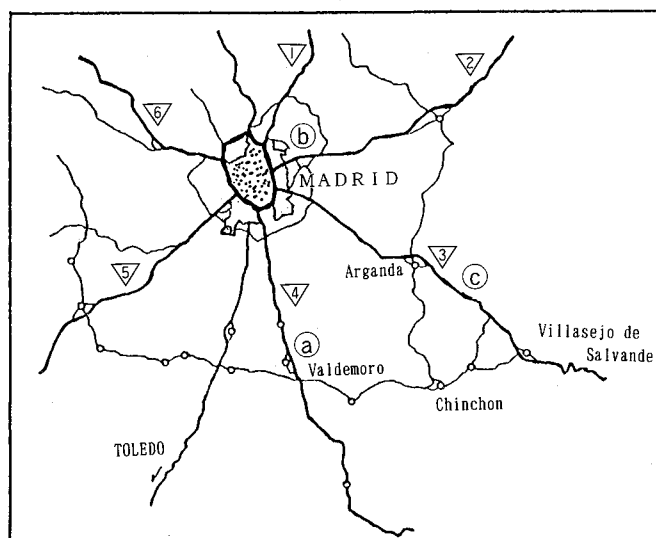


図-2.2 マドリッド市周辺道路図

2) 工事概要及び供用性状

a. アンダルシア高速道路ヴァルデモロ付近（拡幅工事実施中）

①現場概要

マドリッド市からバスで約1時間、施工現場はアンダルシア高速道路のヴァルデモロ付近である。プロジェクトの概要は、マドリッド～ヴァルデモロ近郊約30kmを片側幅員3.5m×3車線とし、さらに内側に1m、外側に1.5mの路肩を有する道路幅まで拡張するものである。

舗装の標準断面は図-2.3に示すとおりであり、E 2 (10<CBR<20、図-2.6参照)の改良路床の上にソイルセメントサブベース20cm ($q_u=20\text{kg/cm}^2$, セメント量6%; 120kg/m^2)、RCCP25cmを施工し、その上に養生とプライムコートを兼ねて乳剤を散布する。RCCPを用いたスペインの高速道路ではさらに表層にアスファルト混合物を用いることが明文化されている。この現場では図-2.3のジョイント詳細図に示すように、RCCPを15m間隔で1:6の角度で斜めに切断した後、基層アスファルト混合物(6cm)、補強用テキスタイル、タックコート、表層アスファルト混合物(4cm)の施工が規定されている。

スペインではRCCPの上にアスファルト混合物層を設ける型の舗装がカディトンネル(1984年施工)を始めとして30万 m^2 の実績を有しているとのことであり、RCCPを用いる上で重要と考えられるクラックのコントロール及びリフレクションクラック防止にも注意を向けて種々試験が実施されているようである。

②配合、製造及び運搬

工事に用いているRCCの配合は、次のとおりである。

表-2.3 配 合

バインダー	V-350型セメント	13.7%	使用量 310kg/m^2 , フライアッシュを35%含有している
骨 材	川砂(0~5mm)	33.8%	—
	シリカ碎石(5~20mm)	47.0%	
水	—	5.5%	W/C=40%

RCCを製造するプラントは現場から車で15分程度の場所に仮設されており、写真にも示すとおりスペイン製MARTOS(説明資料ではバーバーグリーン250-CV型)二軸パグミル連続ミキシングプラントである。セメントサイロは400t、最高出荷量550t/hrで、説明によればセメントを重量計量できるので、バッチタイプと同様に均質な材料が得られるとのことである。しかし、見た感じではミキサ口にホッパーを付けて材料分離を防いでいるものの、我が国でも常用されるソイルセメント用ミキシングプラントと特に変わるところはなく、水分管理にも充分注意を払わなければならないと思われる。水分量については入手参考資料でも、水分の過不足により密度が不十分になって強度低下が起こること、また特に水分の不足の状態では材料分離が起こり、締固めが困難になると同時に局部的に凝結の起こらない部分が生ずる可能性があること、水分の過剰では締固め時に材料が動き表面の平坦性が悪くなることなどを指摘している。

RCCの運搬は大型のダンプトラックである。スペインでは1軸で13t、2軸で21tの重量を許容しており、RCCも10 m^3 程度の積載かと思われる。

③敷均し・転圧

RCCPの敷均しはアスファルトフィニッシャーで、平坦性を確保するためにグレードコントロールを実施していた。また締固めは振動ローラ、タイヤローラによる転圧であった。現場で稼働していた重機類は、アスファルトフィニッシャー(DEMAC DF100C、施工幅2.5~6.0m、最大敷均し厚350mm、タンパ部1800rpm、振動部3800vpm)、振動ローラ(DYNAPAC CC-41、静荷重10,100kg、起振力(H)10,000kg、(L)5,000kg、振動数2500vpm)、振動ローラ(HAMM(推定)、静荷重10,000kg、起振力10,000kg、振動数1500~2500vpm程度)、タイヤローラ(ALBARET PF 3、9~21t)、スペイン製と推定される振動ローラ等である。

RCCPにおける密度の確保はコンクリートの強度と平坦な路面を得るために重要な作業であるが、当現場におけるアスファルトフィニッシャー通過後の初期密度はあまり大きくなく、このことがRCCPの平坦性の悪い一因ともなっている。締固めに関するスペインの標準は、平均密度が最大修正プロクター密度の97%よりも低くはならず、底部でも密度が95%以下であってはならないとしている。

b.マドリッド市郊外バイパス及びバレンシア街道セビージャ付近

スペインの高速道路、重交通道路ではRCCPの上にアスファルト層を8cm設置するのが標準になっているが、これは(イ)RCCPの平坦性を修正してより平坦な路面を提供すること、(ロ)路面のすべり抵抗の改善、(ハ)リフレクションクラックが現れるのを出来るだけ遅らせるため、などの検討の結果である。

マドリッド市郊外では工事中の現場に続き、RCCPの上のアスファルト混合物が未舗装の現場及び現在供用中の現場を視察した。

①現場概要

・マドリッド市郊外バイパス工事

既設道路の混雑緩和のために、現在マドリッド市郊外に建設中の住宅街から新規に高規格道路を建設する現場である。道路は片側2車線9.5mで、これに中央分離帯及び歩道をもって幅員が構成されている。現場はRCCPの舗設が1987年8月に実施され、アスファルト乳剤と砂が散布されて工事用車輛には開放されていた。

・バレンシア街道セビージャ付近

1985年に既設の2車線高速道路を1車線拡幅して3車線としたもので、視察調査した場所は坂道であったため、上り方向1車線、下り方向に走行車線と登坂車線といった感じであった。現在供用中のこの路線の交通量は日本の場合とは比べものにならない程少ないものであった。

②RCCの配合

マドリッド市郊外の住宅街バイパス道路現場のRCCの配合は次のとおりである。バレンシア街道の現場については特に資料はないが、これらRCCの配合には特に大きな差はないものと思われる。

表-2.4 配 合

バインダー		セメント	8.9%	—
		フライアッシュ	4.4%	
骨 材	細	川砂	13.0%	—
		石灰岩砂(0～5mm)	24.7%	
	粗	15～20mm	22.0%	—
		6～12mm	27.0%	
		水	5.5%	(乾燥材料に対して)
混和剤		遅延剤	0.4%	(セメント重量に対して)

③舗装の構造及びRCCPの施工

マドリッド市郊外のバイパスでは、当初水密なコンクリート(資料ではH-125と示されているが、厚さと品質の表示が不明)とアスファルト混合物層 8 cmであったが、受注者の要求と施工の容易さのために同等断面ということで図-2.4に変更したものである。

図-2.5のバレンシア街道ではa.で述べた現在建設中の現場の舗装構成とほぼ同じであるが、RCCPを高速道路に適用してから間もない時期に完成を見ているので、セメント安定処理層及びアスファルト混合物層とも現在のものより若干薄くなっているものと思われる。

次にRCCP上のアスファルト混合物層の施工時期はRCCPの完了後最低7日以上経過していることを要求しており、特に寒い時期については1~2ヶ月が経過していることが推奨されている。これは本来、RCCPにはひびわれが発生するものであり、アスファルト混合物層の施工はひびわれの多くが発生してから実施すべきであるとする考えに立っているからである。

RCCPの施工は、(1)で述べた方法と同様で、グレードコントロールしたアスファルトフィニッシャと振動ローラ、タイヤローラを用いるもので、バイパス工事における試験施工では、フィニッシャ通過後の密

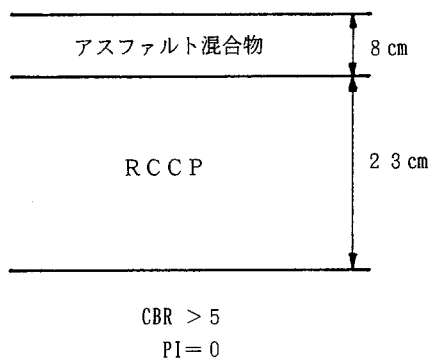


図-2.4 マドリッド市郊外バイパス舗装構成

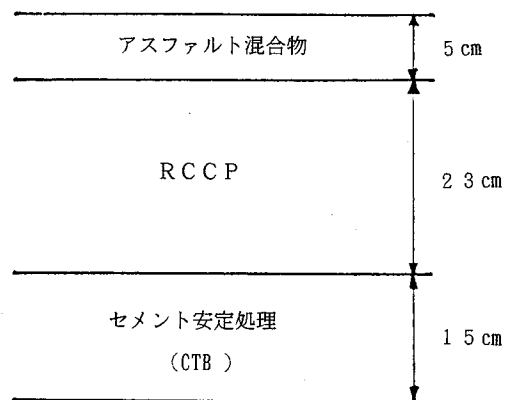


図-2.5 バレンシア街道の舗装構成

度(締固め度)81.5%、振動ローラ1回の走行で95.0%、2回走行で97.4%、タイヤローラ1回目走行で98.5%、2回目走行で99.0~100.0%となっている。実際の作業における密度の管理はRI密度計により、遅延剤の効いている間に迅速にRCCの舗設を完了し、市販の養生剤を散布したとしている。

- ・目地の間隔が広すぎた時クラックが発生する事がある。
- ・プラスチックネット（ジオテキスタイル）によって継目部を処理する事を検討している。

e. 現場施工例

- ・第4号幹線（Highway）の拡幅工事 施工中
- ・バレンシア街道（地方幹線セビージャ） 1985年
- ・市街地道路
- ・郊外から市中心部へのバイパス 未供用
- ・テルウェル（スペイン北部）での例
- ・カディ地方のトンネル内施工例

f. その他

- ・前述したカディ地方のトンネル内舗装で道路中央がせり上がった例があった。（これはフライアッシュのフリータイムによる膨張作用とも考えられる。）

3) 質疑応答

a. スペインのセメント事情について

①生産と輸出

セメント会社は18社、約50工場有り。

年間セメント生産量 2500万t（能力3500万t）

年間セメント輸出量 500万t（20%）

- ・相手先は、以前はアラブ中近東地域で現在は米国。
- ・輸出は減っているが国内では対前年度比で4%伸びている。

②種類と価格

種類は大きく分けて5種類。

価格は10000～12000pts/ton（12000～14400円/ton; 1pts《1ペセタ》≒1.2円）

但し、RCCP用としてはフライアッシュをセメント工場で混合して出荷する場合があります、其の価格は上記価格よりも安い。

b. コンクリート舗装とアスファルト舗装

コンクリート舗装のシェア

幹線(Highway) 25%（ホワイトベースを含む）

国道 2%

一般道（県道） 2%

市町村道 30%

c. フライアッシュに関する事項

①生産量、価格

生産量 1000万t/年（火力発電による）

価 格 3000pts/ton（3600円/ton）

②フライアッシュの品質規格

スペックは通常のコンクリート用混和材についてある。（道路、橋梁の仕様書：政府刊行物）

③フライアッシュと乾燥収縮

硬化してからのコンクリートの収縮はW/Cの影響の方が大きく、フライアッシュの使用有無にはあまり関係ない。

d. RCCPに関する事項

①施工費の一例

表-2.5 施工費の一例

	RCCP	アスファルト舗装
施工費	$t = 18\text{cm}$ の場合 $6000 \sim 7000\text{pts}/\text{m}^3$ $(7200 \sim 8400\text{円}/\text{m}^3)$	$\text{As舗} : t = 7 \sim 8\text{cm}$ 、 $\text{路盤} : t = 15\text{cm}$ の場合 $9000 \sim 10000\text{pts}/\text{m}^3$ $(10800 \sim 12000\text{円}/\text{m}^3)$

・但し、近い将来セメントの値上げが予想されているがアスファルトコンクリートとの比較からRCCPの施工単価（材料込）のアップにはすぐには結びつかない見通しとのこと。

②RCCPのクラックについて

クラックはあまり問題としていない。目地の間隔が6mであれば絶対に発生しない。

③RCCPとアスファルト舗装

RCCPとアスファルト舗装は現在、並行して使っている段階で政治的に決まる事も多い。

(5) まとめ

バルセロナ及びマドリッドでの現場視察結果、セメント応用技術研究所でのミーティングならびにその折りに入手した下記の2資料をもとに、スペインにおけるRCCPのまとめとした。

- ・ C. Jofré 他 " The paving of Low-Volume Roads in Spain with Roller Compacted Concrete"
- ・ C. Jofré 他 " Spanish Experience with Roller Compacted Concrete Pavements" ASCE Specialty Conference (Feb.-Mar. '88, San Diego) Present Paper

1) 適用

a. 適用の理由

軽交通から重交通に至るまで適用されているのが現況であり、その主な理由は経済性とエネルギー節約である。

ただし、軽交通ではRCCが表層となっているRCCPであり、中・重交通や幹線道路では、RCCの上にアスファルトコンクリート層を交通の程度に応じて厚さを変えて設けるコンポジット(あるいはセミリジット)舗装である。

重交通ではこの主な理由だけであるが、軽交通での適用理由には以下のことも加わっている。

- ・メンテナンスコストが安く、耐久性に優れている。(建設コストも安価)
- ・通常の建設機械が使用できる。(中小施工者も施工できる。)
- ・施工直後に交通供用が可能である。

b. 適用の経緯と実績

1970年より軽交通を主に適用が試みられ、この実績の評価結果が”良好な供用性”であると判断されて、重交通も含めた現在の進展へと結び付いてきている。

重交通への適用開始は、1984年からである。

当初からスタートした軽交通では、400万 m^2 以上、中・重交通等では30万 m^2 程度の実績が現況となっている。

c. 不利な事項

適用の理由からも分かるように政策的には特に不都合な点はない。

技術面では、RCCの含水比調整が難しいこと、締固め程度により強度が鋭敏に変化すること、平坦性とすべり抵抗に劣ること、そしてひびわれが発生することである。

しかしながら、軽交通ではこれらの事項を認めた上で”問題なし”とみなしており、重交通ではカッター目地やアスファルトコンクリート上層を設けて対処しているのが現状である。

2) 施 工

軽交通ではモータグレーダによる敷均し、振動ローラとタイヤローラによる転圧と平坦仕上げとなっている。重交通ではアスファルトフィニッシャーによる敷均しとする以外は、転圧と仕上げは軽交通の場合と同じである。

3) 設 計

a. 標準設計

①舗設幅

施工幅員は3～4mが通常である。ただし、5～6m幅も許容している。

②舗装厚

通常のコンクリート舗装と同一厚さとするを原則としている。なお、軽交通では15cm程度、重交通では20cm以上である。

軽交通ではWestergaard式、重交通では多層弾性理論でのチェックも実施して適用している。標準断面を図-2.6に示す。

③縦施工目地

軽交通ではモータグレーダによる敷均しのため、見掛け上フレッシュジョイントとなっている。

重交通ではコールドジョイント（突合せ目地）をできるだけ避けるように施工して、殆どがフレッシュジョイントとなるようにしている。ただし、最大幅は14mまでとしている。

④横目地

軽交通ではひびわれ発生を出るままとする場合と、カッター目地（6、10または15m間隔）とする場合がある。カッター目地の実施は美観上問題がある場合に実施するが、ひびわれ同様シールは行わない。

重交通では当初ひびわれ発生を出るに任せていたが、最近はカッター目地を施工後8時間以内を目標に10m間隔で行うようにしている。

⑤表面処理（あるいは表層）

軽交通ではセメントスラリーまたは水を転圧面上に散布しながら回転ゴテで仕上げる”ヘリコプタ仕上げ”（速度40km/h以下の道路に限定）、またはAs乳剤（アニオン系、 $\text{pH}>5$ ）と砂（2～6mm、4～6 ℓ/m^2 ）の散布あるいは2層式サーフェスドレッシングの各々を使い分けている。なお、転圧面のままとして表面

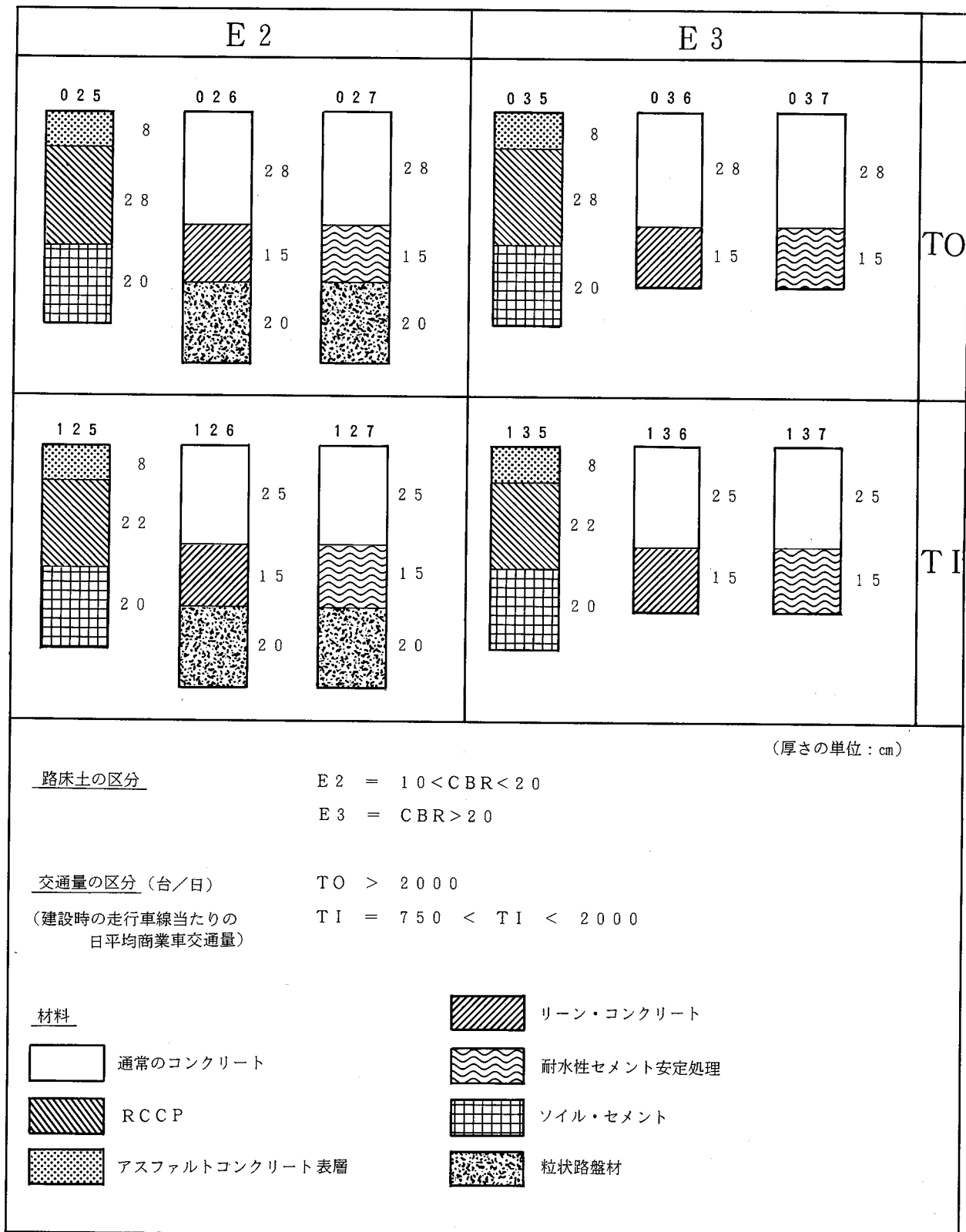


図-2.6 2車線道路の舗装構造(1986年制定/通常のコンクリートまたはRCCPを含む場合)

処理をしない場合もある。重交通では乳剤散布後、アスファルトコンクリート表層 8 cm 以下をRCC舗設後1～2ヶ月後に舗設している。

b. 室内と現場間のRCCの特性の相違について

転圧後のRCCの密度は室内(修正プロクター密度)密度の100%を得ることができないため、層上部と下部で密度(締固め度)を規定して設計上の特性を確保することを考慮している。通常は、97%以上を規定していて層下部でも95%以上としている。

4) 材 料

a. 骨 材

①材 質

各々の交通量区分で規定しているセメント安定処理材料と同一であることを原則としている。従って、通常のコンクリート舗装に使用してはならない硅酸質や石灰岩質の骨材も使用できる。通常は碎石(65%以上碎石分含有が望ましい)を使用し、粒径群は三区分以上として使用することを原則としているが、交通量の区分によっては20～0mmの単一粒径群や二区分(5mm未満、5mm以上)の場合も許容している。

②最大粒径と粒度

一般には20mmまたは16mmを用いて、骨材分離の防止、転圧面の良好な仕上がりならびに混合の容易性が確保できるようにしている。この場合の粒度範囲は表-2.6に示すものとなっている。なお、これはバインダーも含めた粒度である。

これ以外に軽交通の場合には、38mmの最大粒径も許容しているが、この場合には表面の緻密さに欠陥が生じるため、回転ゴテを使用した”ヘリコプタ仕上げ”を行うこととしている。

表-2.6 RCCの骨材粒度

フルイ目の開き	通過重量百分率	
	最大粒径16mm(5/8")	最大粒径20mm(3/4")
25mm(1")	—	100
20mm(3/4")	100	85～100
16mm(5/8")	88～100	75～100
10mm(3/8")	70～87	60～83
5mm(N 4)	50～70	42～63
2mm(N 10)	35～50	30～47
400μm(N 40)	18～30	16～27
80μm(N 200)	10～20	9～19

b. バインダー

- 普通ポルトランドセメント(規格P-450)、または混合セメント(シリカーアルミナ)にフライアッシュ(クラスE/ASTM C618)を混合している。
- 特殊ケース(膨張が問題とならない適用箇所の場合)では、クラスCのフライアッシュの使用も可としている。
- バインダーの使用割合は、軽交通では10～12wt%(vs.乾燥骨材)、重交通では11.5～14.5%の範囲にあり、この内フライアッシュの混合割合は最大50～55%となっている。

c. 混和材料

減水剤と凝結遅延剤が使用されている。

減水剤は使用水量を減じ、強度発現の増進に有効と考えて使用している。

遅延剤(バインダーの0.5~1.0%)は、凝結を遅らせて半幅施工での縦ジョイントの不具合を解消するため(コールドジョイントをフレッシュジョイントとする)と、高温時の締固めのワーカビリチー低下を抑制するために使用する。なお、4)b.に既述のフライアッシュも同様の目的もあって使用している。

5) 配合設計

a. 配合の決め方

配合設計は以下の手順で決めるようにしている。

- 骨材粒度(表-2.6)を設定する。(所要強度が割裂引張で33kgf/cm²(重交通)、または、28kgf/cm²(軽交通)となるようにバインダー量を考慮した粒度)
- 修正プロクター突固め試験で密度が最大となる含水比(OMC)を求める。なお、バインダー量は4)b.に示す範囲(10~14.5%),含水比は4.5~5.5%(重交通)または4.5~6.5%(軽交通)が、所要強度を満足する既往経験値の範囲である。また、所要強度の材令は、フライアッシュの使用割合により28日または90日のいずれかの材令でよい。この割裂強度は平均曲げ強度で55kgf/cm²、設計基準曲げ強度で45kgf/cm²(通常のコンクリート舗装の基準)に該当することから規定されている値である。
- 単位水量の求め方としてKango振動ハンマ試験($\phi=15$ cm、H=18cmモールドに3層に試料を詰め、各層40kg重量ウェイトで20秒間締固め)や、VBコンシステンシーメータ試験(重量9kg)も修正プロクター突固め試験と併せて検討されている。なお、OMCは一般に、修正プロクター<Kango<Vebeとなっている。
- 所要強度はOMC $\pm$ 0.5%の含水比で同一エネルギーで締固めた供試体と、OMCで締固め密度を95%と97%(vs.最大密度)となるようにエネルギーを落とした供試体とを作製し、所要材令での平均強度とする。この平均強度が33または28kgf/cm²となるバインダー量を選択する。(W/Cで36~42%の範囲が一般である。

b. 配合例

表-2.7 配合例

重交通		軽交通	
セメント(V-350)	13.7%	セメント(P-450)	6.9%
(フライアッシュ35%)		フライアッシュ	3.6%
粗骨材(20~0mm)	47.0%	粗骨材(30~10mm)	9.3%
細骨材(5~0mm)	33.8%	粗骨材(10~0mm)	66.0%
水(W/C=40%)	5.5%	細骨材(5~0mm)	9.7%
		水(W/C=42%)	4.5%

6) 現場施工

a. 製造、運搬

①RCCの製造プラントのタイプと特徴

- 連続式及びバッチ式が使用されている(連続式はセメント安定処理と同タイプのもの)。連続式の場合は、セメント量の必要量が計量できる能力が不可欠であるとしている。
- いずれの場合とも計量重量が十分管理できるものであることが規定されており、バインダーの管理が

特に重要であるとしている。

- ・プラントの製造能力は、施工規模や施工機械の編成によって異なるが、40～65 m³/hとなっている。
- ・特殊例ではあるが、プラントで計量してミキサ車で運搬中に混合する方法も実施され、特に問題はな
いととしている。

②水の計量について

含水比（あるいは、単位水量）の変動がRCCの締固めに敏感なことが、RCCの不利な点でもある。OMCより±0.5%の変化内であっても、乾燥側では骨材分離や局所的な硬化不良そして全体に締固め不足が、湿潤側では表面の平坦性不良が生じるという欠陥が生じる。従って、計量値±0.2%となるようにできるだけ厳密に計量することとしている。

③ダンプトラックによる運搬時間の限度など

運搬距離の限度は、40km程度である（これを超えたケースもあったが）。従って、運搬時間は1時間以内と考えられる。なお、フライアッシュ等の使用にもよるが、締固め完了までの時間も敷均し後2～3時間となっている。

b. 敷均し

- ・モータグレーダ（3～4 mクラス）、セメント安定処理用ペーバ（軽交通）及びアスファルトフィニッシャのいずれかを使用している。
- ・アスファルトフィニッシャ使用の場合は、グレードコントローラを使用することとし、更に良好な平坦性を転圧後に得るためにはスクリード通過後の密度が90～96%（vs.修正プロクター密度）となるものが望ましいとしている。
- ・30cm厚以上となる場合は、後述の締固めを含めて2層式とすることを規定している。
- ・2層式施工の場合にはモータグレーダ（下層）とアスファルトフィニッシャ（上層）とを組合わせた施工も行っている。（ex.カディトンネルでの施工）

c. 締固め

①締固め機械

- ・大型振動ローラとタイヤローラとを使用している。（軽交通ではタイヤローラを省くことも許容されている）

転圧パターンは以下のようにしている。

- ・初転圧は、大型振動ローラ（線圧>30kg/cm）を無振で2～3パス
- ・二次転圧は、有振で4～6パス
- ・仕上げ転圧は、表面の緻密さを得るためにタイヤローラ（内圧8 kgf/cm²以上、3 ton/輪）で最小6パス（タイヤに替えて、振動ローラを無振で走行させ、仕上げ転圧とするケースも許容されている。）

なお、軽交通では転圧後の不陸整正を再度モータグレーダを使用してトリミングを行い、再転圧するようにしている。

②転圧密度とその測定方法

- ・平均で97%（vs.修正プロクター密度）以上で、かつ、下部の締固め密度が95%以上であることを規定している。
- ・測定方法は、挿入（透過）型のRI密度計を使用することとしている。
- ・上記転圧回数もほぼこの規定を満足する標準回数であるので、適宜チェックを行って回数を増減すること

ととしている。

d. 表面処理（保護）

- ・迂回路がない場合には必要な交通や工事車輛には即時に交通開放し、この際、表面乾燥防止のために散水を並行して実施している。
- ・軽交通の場合には、ヘリコプタ仕上げや表面処理(乳剤+散砂)または2層式のサーフェスドレッシングを、散水に引続き適用して表面乾燥防止に役立てるようにしている。

注) 分散促進型カチオン乳剤 $1.9\ell/\text{m}^2$ +12~6mm碎石 $14\ell/\text{m}^2$ +乳剤 $1\ell/\text{m}^2$ +7~5mm碎石 $7\ell/\text{m}^2$

- ・重交通の場合には、転圧後乳剤を散布して表面乾燥防止を行う。

e. 養生

①養生のシステム

- ・転圧後1~2日間の散水湿潤養生を行った後、アスファルト乳剤を散布して養生を実施する。
- ・使用するアスファルト乳剤は、アニオン系(pH>5)で固形分が $600\text{g}/\text{m}^2$ 以上となるように散布する。
(なお、セメントと反応型の特殊ポリマー乳剤(固形分で $400\text{g}/\text{m}^2$ 以上)も使用可としている)
ただし、即時交通供用の場合にはアスファルト乳剤の方が特殊ポリマー乳剤より優れている。

②交通開放までの日数

- ・軽交通では、即時交通開放をしながら、養生を継続するようにしている。(ヘリコプタ仕上げは2~3時間後)
- ・重交通では上記の養生後交通供用を開始し、潜在ひびわれの発生を Каттер目地に誘発させている。
なお、交通供用するには乳剤散布後約2時間としている。従って、交通開放は2~3日後と考えられる。

③暑中、寒中の特殊な配慮

特にコメントは得られなかった。

7) 品質管理（施工時）

a. コンシステンシー

- ・高速道路の場合には、含水比の管理を少なくとも1日5回としている。
- ・コンシステンシーの管理は、CBRモールドを使った修正プロクター突固めにより密度と支持力値をチェックすることとしている。
- ・また、これに関連して高速道路の場合、粒度特に細粒分とセメント使用量のチェックを1日2回以上実施することも規定している。

b. 密度

敷均し後の厚さをシックネスゲージで10m毎にチェックすることとしている。締固め後の密度は、透過型のRI密度計で 100m^2 に1回をランダムに実施することとしている。(高速道路で10m毎に幅員方向3ヶ所のケースもある)

c. 平坦性

- ・規定がどの程度かは不明(軽および重交通とも)である。
- ・中交通以上の道路では平坦性とすべり抵抗の確保のため、既述の2層式サーフェスドレッシングかアスファルトコンクリート表層(4、6あるいは8cm:交通量の区分による)を設けるように現行規定では定めている。

なお、6) e.②の養生または表面処理後のアスファルトコンクリート層の舗設は、仕様では7日経過以

後としているが、2〜3週間後が望ましく、特に寒期では1〜2ヶ月後が望ましいとしている。

8) 供用性等

a. ひびわれ間隔等

10〜20m間隔に発生しているが、この差は施工時期に影響している。この例として、15m間隔にカッター目地を入れたが、夏期(湿度が低く、気温が40℃を超えるときもあった)のため、このカッター間隔内にひびわれが発生した。従って、高速道路では、これらの経験から、10m間隔とした。

また、湿潤地域で温度変化が少ない地域では、ひびわれの発生が認められない例もある。

b. 表面強度、表面劣化、収縮、摩耗、凍結融解抵抗等

上記各項に対する回答は得られなかった。ただし、重交通ではアスファルトコンクリート層があるため問題ないとしているが、これらをアスファルトコンクリート層で緩和しているともいえよう。

9) 打換え等、修繕

まだこのような状況を迎えていないのが現状である。

ただし、軽交通に初期に適用したケースなどではアスファルトコンクリートの薄層オーバーレイ(2cm)を適用した例もみられた。

10) 今後の展望

スペインでは今回の現地調査ならびに文献調査の結果から判断して世界中で最もRCCPの開発、普及が進んでいるといえ、特に道路への適用実績は他に類を見ることができないくらいである。

今日、技術的な問題等も含めたRCCPの有効性について未だ十分に確認されているとはいえない印象を受けたものの、既にRCCP舗装要綱が作成されている。それによると、RCCPの特性を活かした軽交通と重交通への使い分けにこの国の特徴がみられた。また、セメント協会の技術員がPRや技術指導を強力に行いながらその普及を図っており、今回の調査でも施工中の重交通道路の大規模工事の現場を見ることができた程に活発であった。

更に、フライアッシュの大量使用という産業廃棄物処理策への適合性と、フライアッシュを多量に含有するセメントの使用による経済性を考慮すると、今後、RCCPはかなり増加していくものと思われた。また、その適用範囲は広汎に渡り、地方道から高速道路までの新設道路舗装、構内舗装ならびに既設道路の拡幅やオーバーレイの修繕工事などであろう。

スペインにおける視察写真



写真2-1 LEIRO社構内舗装の全景。
約2,000㎡にRCCPを施工している。

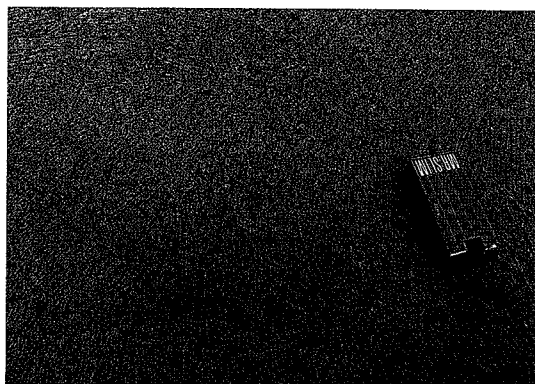


写真2-2 表面性状:ヘリコプタ仕上げの状況がよく表れている。



写真2-3 目地状況: 6 m角にカッター目地を設けている。駐機場ということもあってか、特にシールはされていない。



写真2-4 バルセロナ農道に設置された工事完了看板



写真2-5 1986年に施工されたバルセロナ農道。
6 m間隔でカッター目地が設けられている。表面状況は良好である。



写真2-6 1970年頃に施工されたバルセロナ農道。
当初カッター目地を設けておらず収縮クラックが見られるが、現在でも通行に支障は殆どないようである。



写真2-7 バルセロナ郊外のジナーズの町。住宅地内の道路に使われている。供用性は良いようである。

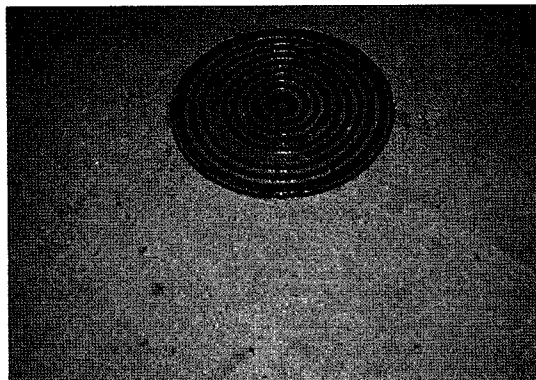


写真2-8 表面性状:かなり表面のきめが細かい。

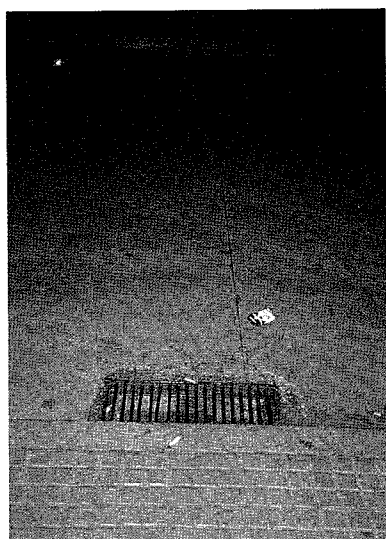


写真2-9 目地状況:カッター目地を設けている。

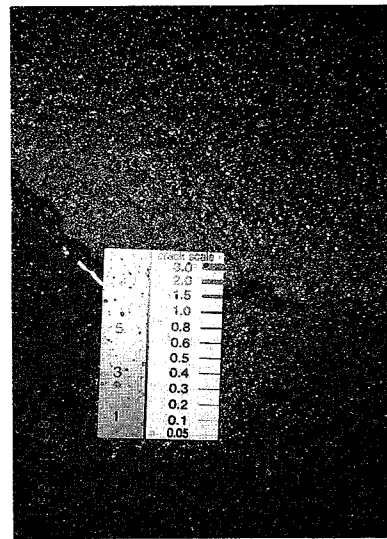


写真2-10 クラックの状況:舗装端部にかかなり開いたクラックが見られたが、全体としては少ない。

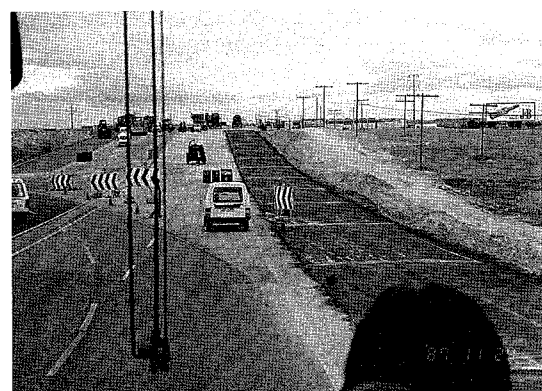


写真2-11 マドリッド市郊外の高速4号線拡幅現場。右側黒い部分がRCCPで乳剤で表面処理をしている。

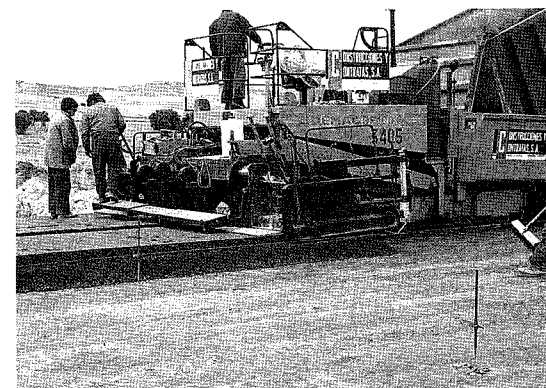


写真2-12 敷均し作業:グレードコントローラを使ってアスファルトフィニッシャーで行っている。



写真2-13 初転圧状況:敷均し時の密度はあまり大きくはないようである。

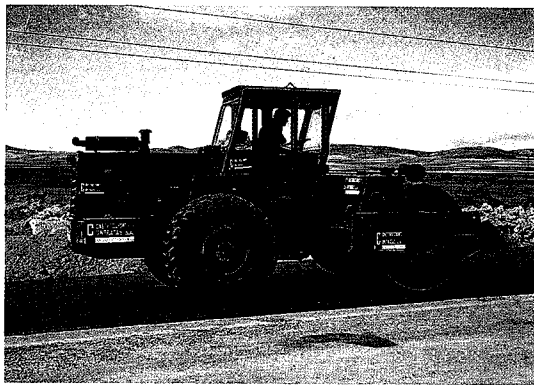


写真2-14 初転圧にバイブレーションローラを用いている。



写真2-15 仕上げ転圧に用いているタイヤローラ

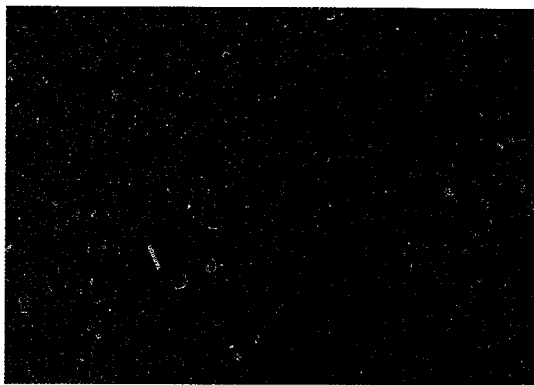


写真2-16 表面性状:転圧直後の表面は良好である。



写真2-17 舗設後1~2日間散水養生を行い、アスファルト乳剤で表面処理を施している。カッター目地間隔は15mである。



写真2-18 プラント全景:連続式二軸バグミル型である。能力は550t/hである。

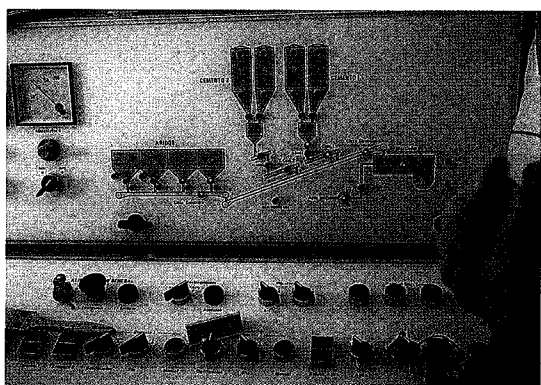


写真2-19 プラント操作盤



写真2-20 高速4号線の現場での視察状況

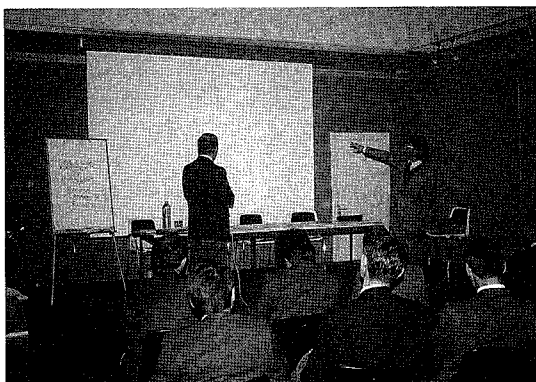


写真2-21 Spain土木学会でのミーティング風景。
説明者（中央）はCarlos. J. Ibáñez氏

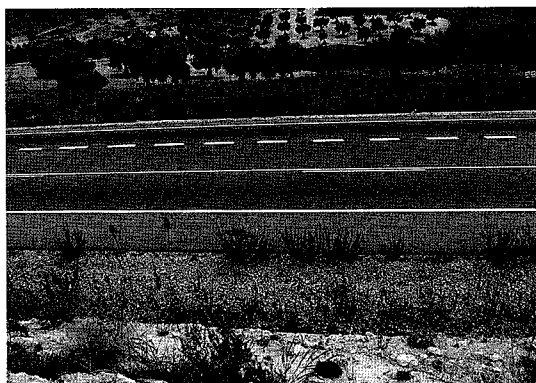


写真2-22 バレンシア街道のセビージャ付近。
RCCPの上にアスコン層を設けている。

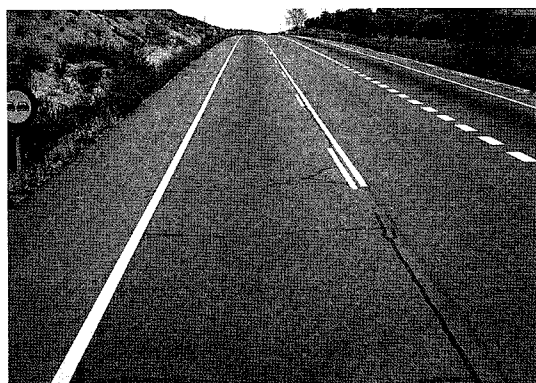


写真2-23 リフレクションクラックの状況。
横断方向に5~15m間隔に発生している
が、段差も見られず平坦性は良い。



写真2-24 クラックの補修: 歴青材料でシールされている。



写真2-25 マドリッド市郊外住宅街のバイパス。
RCCの状態で工事用車輛に交通開放されている。



写真2-26 表面性状: 乳剤と散砂で表面処理が行われている。表面の肌目が粗いが、平坦性は良い。

3. フ ラ ン ス

(1) 背 景

フランスにおけるRCCPは、1973年の第1次オイルショックで高騰した原油を使用するアスファルト舗装に代わるものとして研究・開発され、1976年に最初の試験施工が実施された。研究・開発はセメント会社、施工会社などの民間会社が各々独自に行い、それぞれの技術を持つと同時にBETONPACT、BETON VIA、CEN-DROCIMなどの名称が付けられている。フランスでは、これらのRCCPを総称してBéton Compactéと呼んでいる。

本格的にRCCPが施工され始めたのは、1979年の第2次オイルショック以降である。それは第一次オイルショック時と同じ理由から1980年2月に「積載荷重5 ton以上の車輛が300台 / 日以下の舗装にはRCCPを採用すべきである。」という官庁通達が出されたことによる。このようなことからRCCPは地方道で積載荷重5 ton以上の車輛が50～300台 / 日の比較的交通量の少ない道路（日本のL.A交通に相当）を中心に施工されている。

1987年9月のPIARCの報告によれば、フランスにおける施工量は1985年以前が約220万㎡、1986年が約20万㎡となっており、スペインに次いで多くなっている。

しかし、現状は、道路ではアスファルトが安価で安定していること、ひびわれを問題にすることなどからアスファルト舗装を多く施工している地区もあり必ずしもRCCPが優勢とはいえないが、港湾等では経済性に優れていることなどからかなり施工されているようである。

今回の調査は現場視察がディエップの港湾ヤード1ヶ所であったが、フランス中央土木研究所とのミーティングでかなりの成果を得ることができた。

以下にフランス中央土木研究所とのミーティング結果とディエップの調査結果を報告する。

(2) フランス中央土木研究所技術者とのミーティング

1) ミーティングの概要

日 時：1987年11月27日

先方出席者：Dac-chi（ダクシ）中央土木研究所道路材料課長

W. Lefort（ルフォール）パリ西部地区地方土木研究所道路課長

ダクシ氏からフランスにおけるRCCPについての一般的な説明、ルフォール氏から実施工箇所のスライドを用いて施工に関する説明があった。

質疑応答を含めての要点は以下のとおりである。

2) RCCPに関する一般的な説明

a. 経緯

フランスにおけるRCCPの最初の採用は1976年、大きな工事に採用され始めたのは1980～81年からである。

オイルショックでアスファルトの値段が上がり、種々の対応策を検討した結果、表面のアスファルト層を薄くできるRCCPに行きついた。

RCCPの工法に種々の名前がついているが、これは各企業の営業方針で内容の少しずつ違うものが作られていることによる。

b. 用途

比較的交通量の少ない道路に限られている。交通量の多い所にも試みられたが失敗した。管轄外だが、港湾部門や民間の工事例も多い。

c. 配合

骨材は20~0、14~0または10~0mmが用いられている。材料分離および表面の均一性の点から後二者を推奨する。

図-3.1及び3.2はそれぞれ20~0及び14~0mm骨材の場合の、結合材を含めた標準粒度曲線である。

表-3.1は配合例である。

表-3.2は作業上必要な時間で、水和反応を遅らせる方法をとることがある。

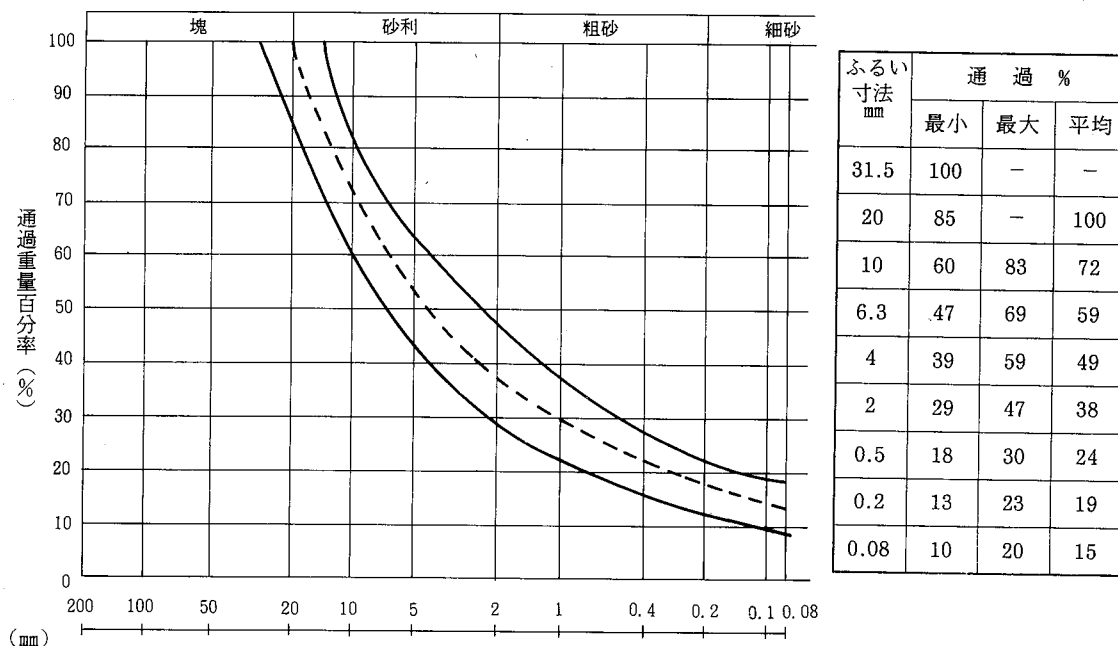


図-3.1 20~0mm骨材の場合の転圧コンクリート用標準粒度曲線(結合材含む)

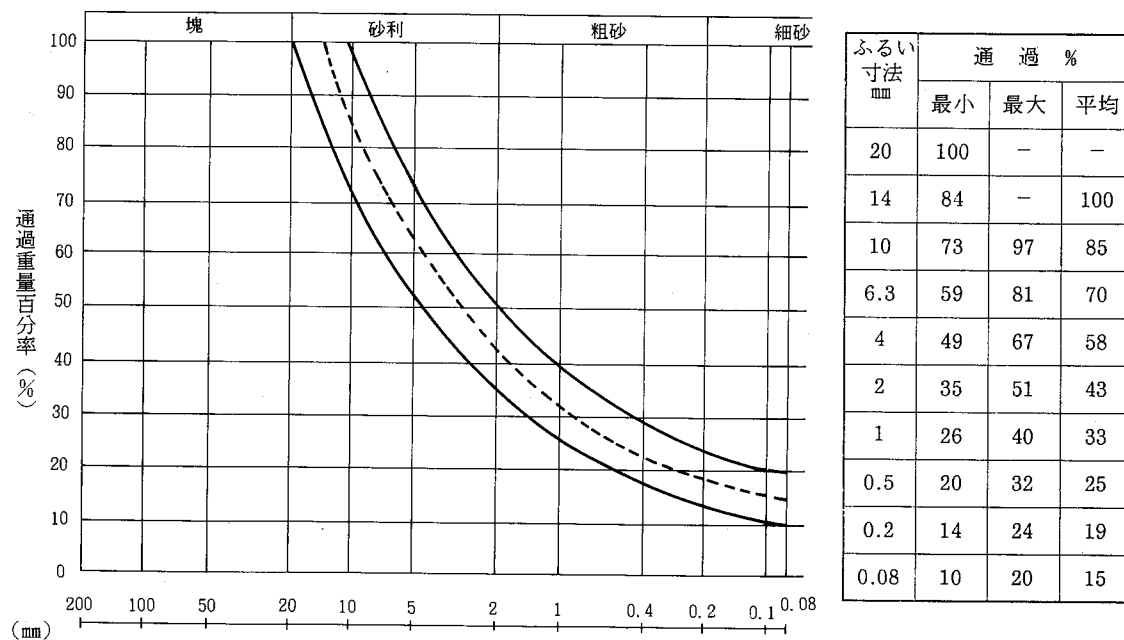


図-3.2 14~0mm骨材の場合の転圧コンクリート用標準粒度曲線(結合材含む)

表-3.1 結合材の配合（指示段階）

	フライアッシュなし	フライアッシュ使用	
セメント	8~14%	普通セメント 5~10%	混合セメント 7~10% または特殊結合材 [*]
フライアッシュ	—	3~6%	5 %
消石灰	—	—	1 %

^{*} 場合により、4 %まで水硬性フライアッシュを等量のセメントと置換えることができる。

表-3.2 現場条件に応じた転圧コンクリートの最低可使時間^{**}

工 事	可 使 時 間
交通非開放の新設道路及び現道改良の場合	
－全幅施工で敷均し時の平坦仕上がりなし	6 h
－半幅施工	10 h [*]
－全幅施工で敷均し時の平坦仕上がりあり	10 h
交通開放下の現道改良	12 h [*]

^{*} 第2の半幅分の施工が同時に行われる場合には、この時間は延びる。

^{**} 訳注、可使時間の定義は、結合材の凝結がゼロもしくは非常に弱く、施工及び締固め作業が可能な時間で、混練時から測定される。

その測定方法として、円柱供試体(φ16×32cm、強制締固め)中の音の伝播時間から求める方法が規定されている。(水硬性結合材安定処理路盤基準、付録)

d. 強度

図-3.3は新設道路用のRCCPの強度区分である。ゾーン1は最も良い場合であり、ゾーン5は実際上は使用不可能である。

この図は軽交通道路に対応するもので、重交通道路に対しては R_tB (割裂引張強度) $>3.3\text{MPa}$ (33.7kgf/cm²)が必要である。

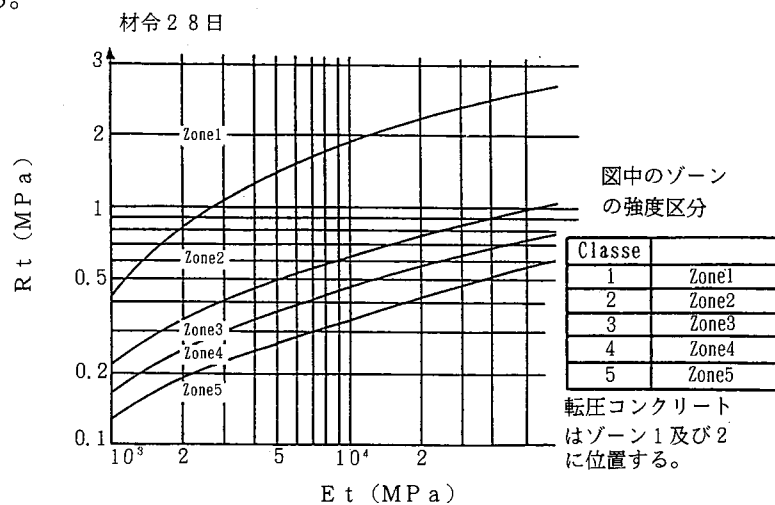


図-3.3 転圧コンクリートの強度区分

3) 施工に関する説明

a. 製造

RCCP混合物は通常のコンクリート用ミキサ中で混合されており、特に問題はない。

表面の仕上げ層が薄いため分離の問題はデリケートで、20～0mm骨材よりも14～0mmの骨材が使用されることが多い。

b. 敷均し、転圧

モータグレーダで敷均し、振動ローラ、タイヤローラで締固める。アスファルトフィニッシャを使用した例もあるが、結果はそれほど良くなかった。

その理由としては、フィニッシャが厚層用になっていなかったこと、不慣れた作業員が行ったこと（これが大きな要因）、現場担当者が平坦性にそれほど重きを置いていなかったことがある。

厚層用のフィニッシャを使うと表面はきれいになるが経費高となる。

最も良い方法はフィニッシャの敷均し後モータグレーダをかけることで、その後の締固めは通常と同一の方法でよい。

標準的な施工能率としては、モータグレーダ、振動ローラ、タイヤローラ各1台の組合わせで1500t/日である。

c. ジョイント

一日の作業の最後の部分を斜めにしたまま接続するとブローアップを生じる可能性がある。それを防ぐため垂直にしたが、それでもブローアップを生じた例があった。その場合はジョイント部分をカットしアスファルトコンクリートを詰めた。（図-3.4参照）

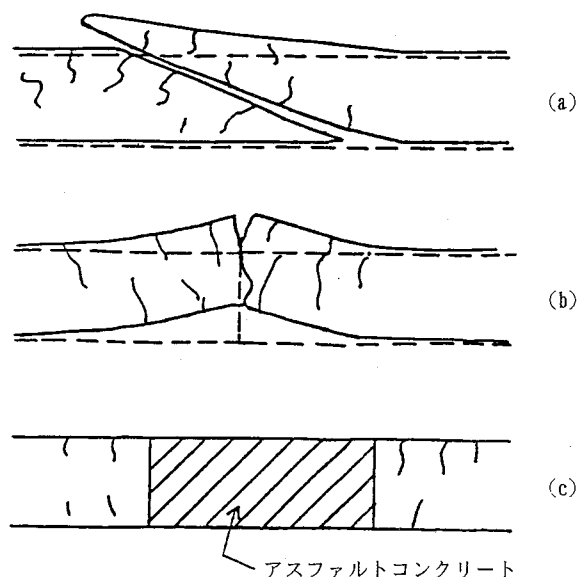


図-3.4 ブローアップ模式図

d. 養生・表面処理

水分の蒸発防止に一番よいのは散水で、さもなくばアスファルト乳剤を300g/m²程度散布する。現場の条件によるが後者のほうが多い。

表面処理の例を4)に示す第3現場にとると、第1層目はビチューメン1.1kg/m²、10～6mm砂利を8ℓ/

m²、第2層目はビチューメン1.2kg / m²、6～4mm砂利を5ℓ / m²の割合である。

e. 交通開放

現道改良の場合はすぐ車を通す。4)に示す第4現場では半分づつ施工し、ただちに交通開放した。

f. ひびわれ他

RCCPの不都合な点として、ひびわれ、ブローアップ、ポンピング及び段差がある。

第3現場は8月の暑い時期の施工であったが、8日後の表層仕上げの段階で既に微細なひびわれが規則的にでていた。

段差についてははっきりしないが、3～4年位経過した時点で発生したと思う。

大きなひびわれについては、技術者が自分の判断で補修を行っている。

表層処理前に発生したひびわれは処理しない。道路の使用上問題を生じた段階で処理している。

各段階で補修しているとRCCPのメリットが減少し、コストアップになる。

将来はカッター目地を考えるかもしれない。

半剛性舗装(セメント安定処理+アスファルトコンクリート)における、ひびわれ分散の研究に関しては、つぎのような状況にある。

ひびわれは間隔が大きくなると幅が増し、材料強度の向上はひびわれ間隔の増加につながる。ひびわれの点では硬化の遅いものがよい。硬化の速いタイプの場合、ひびわれの予知は難しいが制御はできる。

その方法として次のものが検討されている。

- ①目地板の挿入、②カッティング、③振動ローラによる再振動、④重錘落下（1tonの重錘を5～10cm落下）、⑤ジオテキスタイルの挿入等。

どれが有効かも含めて土木研究所の主要研究課題である。

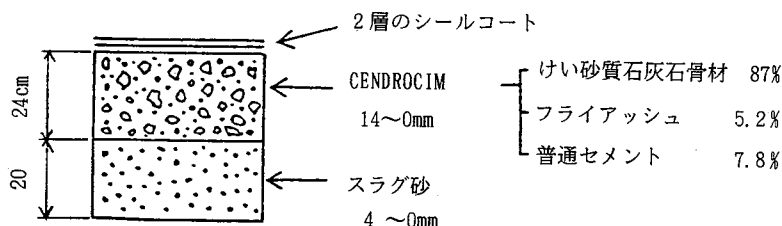
4) 現場施工例

a. 第1現場

①交通量区分：T2 *

②施工年月：1982年4月

③構造：



* 注、フランスの交通量区分（水硬性結合材安定処理路盤基準より）

交通量区分	<T3	T3	T2	T1	T0	>T0
日交通量	50	150	300	750	2000	

交通量は積載荷重5t以上の大型車を対象

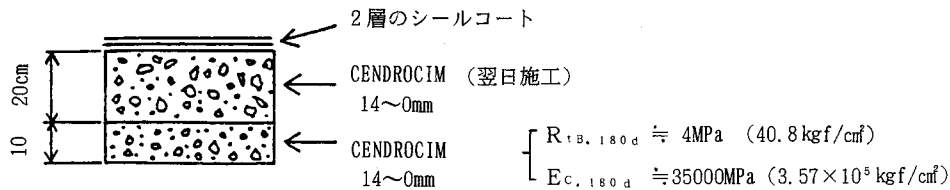
④コメント：若干の問題箇所はあるが、全体としては良いとの説明であった。スライドの内容は、ひびわれ部分（比較的軽度のものから悪化したものまで）、段差、ポンピング、ブローアップ等。

b. 第2現場

①交通量区分：バス専用レーン、バス245台/日

②施工年月：1981年4月

③構造：



④コメント：道路のすぐ下を管が通っている可能性があり舗装を薄くする必要があった。

平坦性を考え1層目=10cm、2層目=20cmとした。

維持・補修が行われていないため損傷の進んだ部分があるとの説明であった。

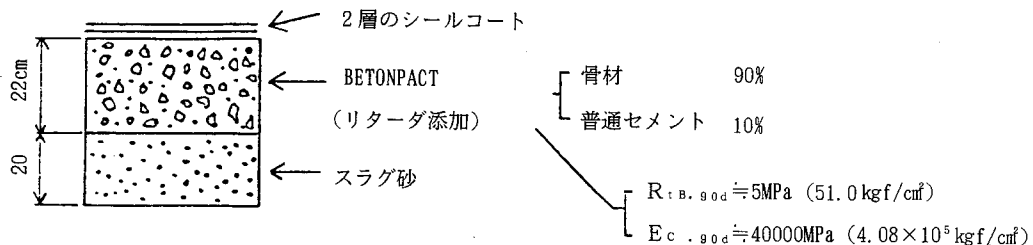
スライドの内容はひびわれが主体で、ごく細かいものからコンクリートの一部が欠落しているものまであった。

c. 第3現場

①交通量区分：T2

②施工年月：1982年8月

③構造：



④コメント：第1現場と同様のタイプ。RCCPの良い例であるという。

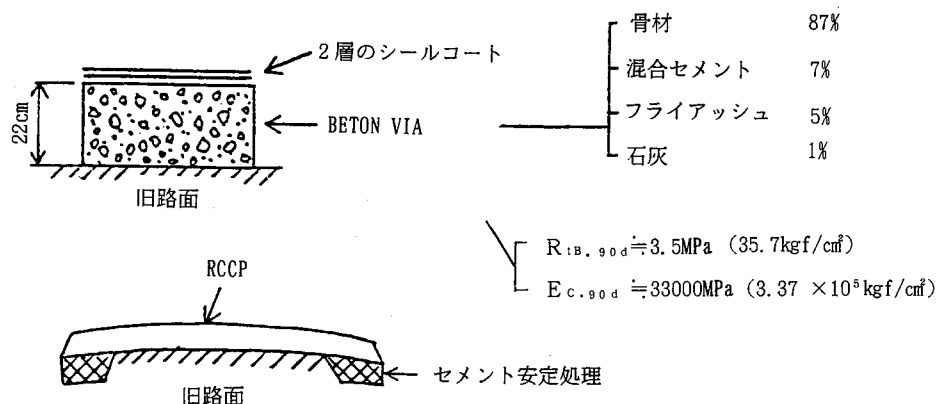
スライドの内容はひびわれ、ブローアップ、段差であった。

d. 第4現場（現道改良）

①交通量区分：T4

②施工年月：1982年8月

③構造：



④コメント：交通を止めずに片側車線ずつ施工。この現場では5～6m間隔にひびわれが入っていたが、施工後2～3年で表面に1層のシールコートを実施。

スライドの内容は細いひびわれ（シールコートのない部分及びシールコート上）が主体で、状態は良かった。

5) その他

ダクシ氏の私見として、RCCPの将来性は必ずしも楽観できないとのことであった。

その理由は、①現在はアスファルトの価格が低いこと、②使用者、施工者ともにひびわれの出ることに抵抗があることである。

アスファルトの価格が上がればRCCPがまた出てくるかもしれない。しかし、その時は別の方法になるであろう。

RCCPをもっと薄くし、最後の仕上層でひびわれをカバーする方法が出来れば、RCCPはまだ伸びるであろう。

(3) ディエップ港木材ヤード

1) 現地調査の概要

- ・日 時：1987年11月27日11～15時
- ・場 所：Seine Maritimo Dieppe quai de Noruege
- ・現場案内者：François Juan氏(Ciments LAFARGE)
 Perrocheav Yves氏(Entreprise COCHERY-BOURDIN-CHAUSSE)
 Martin Reges氏(Entreprise LALITTE)
 Puscual Lebreton氏(Direction Technique du Part Etude et Travaux Neufs)

2) 工事概要

本現場はパリの北西150kmに位置する（図-3.5参照）ノルマンディ地方ディエップの港内にあり、木材ヤードとして使用されている。原木の運搬は30tonクレーンで行われ、その荷重は4基のアウトリガー（80×250cm）で支えられる。また、本現場の舗装面は木材置場としてだけでなく、クレーンの走行や操作場としても使われている。

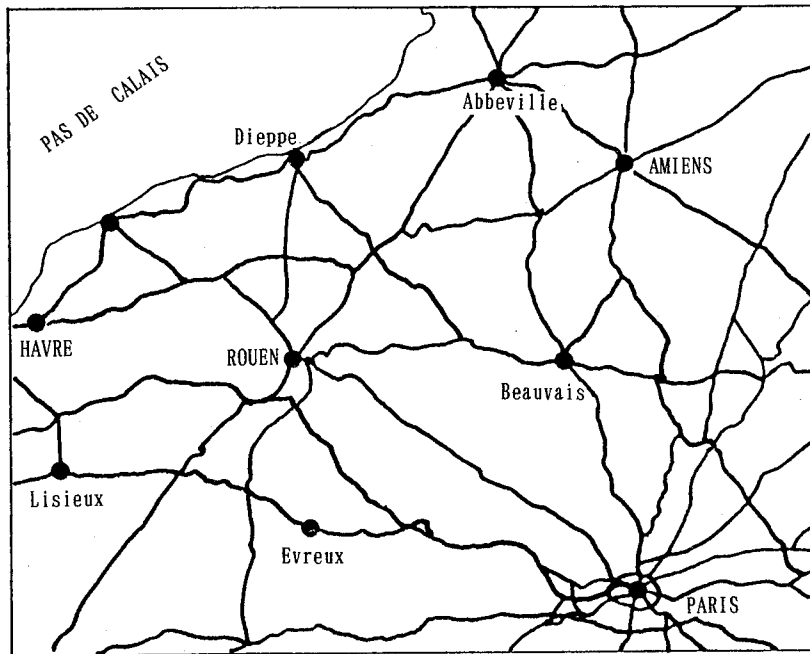


図-3.5 位置図

工事の概要を以下に示す。

- ・施工時期：1981年10月（工期 4 日間）
- ・施工面積：6500㎡

また、当現場の状況は写真 3-4～3-8 に示すとおりである。

3) 経緯

a. 採用理由

本現場は入江の湿地帯にあり、路床の支持力があまり期待できなかった。従来工法のアスファルトとコンクリートによる舗装が検討されたが、いずれも経済性の面で採用されなかった。RCCPが採用された理由として、以下の事項が挙げられる。

- ①経済性に優れている。
- ②交通開放の時期を早くできる。
- ③広い場所の施工に適している。

b. 経済性

RCCPは通常のコンクリート舗装と比較して15～20%安価であり、しかも同等の品質特性が得られる。問題点としては平坦性が挙げられる。

一般的なRCCPの施工コストは、400～500Fr/㎡（10000～12500円/㎡）である。参考までにセメントは約420Fr/t（10500円/t）、アスファルトは約1000Fr/t（25000円/t）である。

4) 舗装構造

a. 舗装断面

現場で採用された舗装断面図を図-3.6に示す。

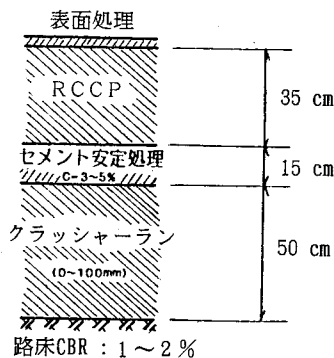


図-3.6 舗装断面図

路床の支持力が弱かったため、セメント安定処理路盤を15cm用いたが、路床の支持力が大きく、弾性係数が 500kgf/cm^2 以上あればセメント安定処理は不要であり、RCCP35cm、クラッシャーラン35cmの断面で良い。

b. 構造設計法

舗装断面は、RCCPの弾性係数を $3.00 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ 、疲労寿命を10年とした弾性設計法を適用し、コンピュータを用いて設計された。設計荷重は27tonとし、RCCPの厚さは経済性を考慮し35cmとした。

本施工現場は木材ヤードであり、ひびわれが発生してもあまり問題としないことより、目地は設けていない。

c. 表面処理

本施工現場では、表面保護のためにアスファルト乳剤（残留分で 600g/m^2 ）と砂を散布した。この工法は、さらに防水、滑り止め、夏場における水分の蒸発防止等の効果も期待される。

なお、RCCPは平坦性が悪い場合もあり、RCCPの上に10~12cmのアスファルトコンクリートをオーバーレイすることもある。

5) 配合

a. 使用材料及び配合

セメントは普通ポルトランドセメントであり、スラグやフライアッシュ等の混和材は用いていない。単位セメント量は $280 \sim 300\text{kg/m}^3$ であり、重量比では12~14%程度となる。水セメント比は約30%である。

骨材は、粒度範囲が20~0mmのものを使用した。

混和剤は可使時間を調節するため、凝結遅延剤を用いた。過去において、減水剤を使用したこともあったが、効果がなかったので現在は使用していない。

b. 材料特性

本現場に用いたRCCの最大乾燥密度は 2.12g/cm^3 であり、その最適含水比は7%であった。現場における品質は基準密度（修正プロクター法）に対する締固め度で92~95%となるよう管理された。一般にはRI密度計による現場管理も行われている。

RCCPの強度は本現場では測定していないが、一般に通常のコンクリートと同等であり、圧縮、曲げ、引張等の試験が行われている。また、大きな現場では、コア採取による試験を行う場合もある。

RCCPの凍結融解については、一般に施工後15日間は凍結させてはならないとされているが、本現場の冬は凍結することもあるが、あまり凍害を問題にするような地域ではないとのことであった。実際の路面においても激しいスケーリングは認められなかった。

収縮や摩耗については、木材ヤードであり、特に問題としていないようであった。

6) 施工

a. 混合、運搬

本現場では通常のみキサを用いてプラント混合したとのことであるが、その詳細については不明であった。バッチ式みキサの他には、連続みキサを用いることもある。

運搬は38tonのダンプトラックで行った。

b. 敷均し、転圧

敷均しはモータグレーダを用い、8 m幅で行った。転圧には10tonの振動ローラとタイヤローラが用いられ、転圧回数は現場の一区画で行われた試験施工により、現場密度が満足されるよう決定された。

施工は図-3.7に示す順序で、毎日1400tonの割合で進められ、全域を4日間で完了させた。フレッシュジョイント部は約2時間間隔で施工された。また、施工目地部では、施工に先立ち前日施工したすりつけ部を取除き、垂直なジョイントを設けた。

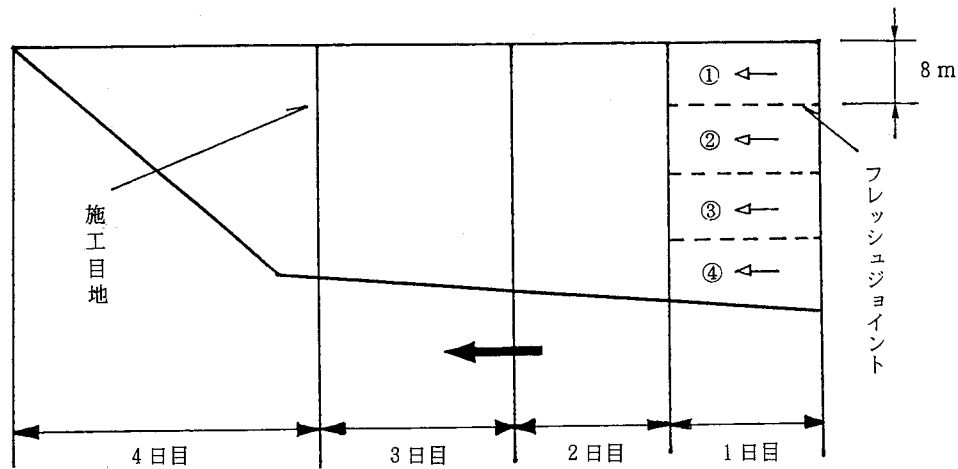


図-3.7 施工順序

c. 養生、開放時間

ノルマンディ地方は雨が多いので特別な養生を行っていないが、夏場の施工では地方によって水を散布する必要がある。本現場では開放までの養生期間を1週間としたが軽交通のRCCPでは翌日開放も可能である。

d. 補修

施工目地で段差を生じ、その補修をモルタルで図-3.8のように行っていた。しかしRCCPとモルタルの付着が不十分なため、モルタルが割れて剥がれを生じていた。

ひびわれやアスファルト膜の剝離も認められたが、特別な補修はしていないようであった。

一般論として、大きなひびわれの補修には樹脂が用いられ、さらに大きな損傷部ではその区画をカットしてコンクリートで打換えるようである。

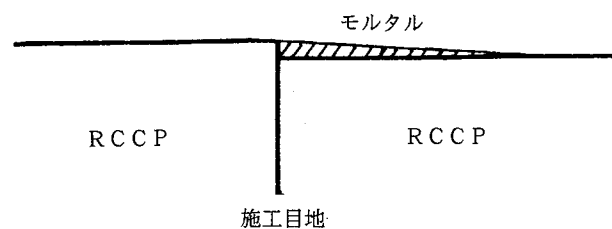


図-3.8 段差部の補修

7) 供用性状

本現場は港の荷揚場の木材ストックヤードにRCCPが適用されたものであり、1981年に施工され、既に6年間供用されている。縦及び横方向ひびわれ(最大巾5mm程度)や表面処理の部分的な剥がれ等が見られたが、木材のストックやクレーンの走行には特に問題はないようであり、特別な補修や対策はなされていない。全体的には比較的良好な表面仕上り状況であり、木材ヤードとしての供用性は良いようである。

舗装面の平坦性やひびわれに対する欠点以上に、経済性、施工性、供用性さらには耐久性に優れることより、発注者側(船組合)も、施工者側もRCCPに満足しているようであった。

フランスではRCCPの平坦性が悪いことより、その対策として、RCCの可使時間を長くするための凝結遅延剤の添加、あるいはアスファルトによる表面処理等が一般に行われている。日本においても、混和剤あるいは表面処理剤の使用目的を明確にし、その種類や工法についてさらに検討していく必要がある。

なお、余談ではあるが、地元の新聞社が日本からのRCCP調査団がディエップ港を訪問したことを報道したいとのことであり、その取材に応じた。RCCPに対する地元の評価も悪くはないようであった。

(4) まとめ

ここでは、フランス中央土木研究所(Laboratoire Central des Ponts et Chaussées、以下LCPCという)におけるミーティングとDieppeの現場見学および両所で入手した以下の3資料をもとにして主にフランスの道路に関する現況を取りまとめた。

- Recommandation pour la Réalisation des Chaussées en Béton Compacté, 11. 1985(以下、指針とよぶ)
- Note d'Information, Béton Compacté : Conception, Dimensionnement, 12. 1985 (以下、技術情報とよぶ)
- F. Juan, J. Conan; Renforcement en Béton Compacté du CD 67 en Haute-Saône, 7 - 8. 1985

1) 適用

a. 理由

適用理由は次の2つと考えられる。

- オイルショック後、アスファルト舗装が高騰したことに関連した経済性の追及。
- 高強度の得られるコンクリート舗装と施工後すぐ交通開放が可能な安定処理工法の利点の組合せを狙ったこと。

b. 経緯

- 1973年のオイルショックで高騰したアスファルト舗装に代わるものとして研究開発され、1976年に最初の試験施工が行われた。
- 本格的に施工されはじめたのは、1979年のオイルショック以降で1980年2月に「積載荷重5ton以上の車輛が300台/日以下の舗装に積極的に採用すべきである。」という官庁通達が出されてからである。
- 現在はアスファルトが安価で安定していること、ひびわれを問題にすることなどからアスファルト舗装(ほとんどが半剛性舗装)が施工され、RCCPが少なくなっている地区もある。

c. 適用箇所と実績

- 交通量区分T1以上(積載荷重5ton以上の車輛が300台/日以上)の道路では、平坦性、収縮ひびわれなど技術的な問題で、交通量区分T3未満(積載荷重5ton以上の車輛が50台/日以下)の道路(安定処理路盤に表面処理工法を行う舗装を採用)では、経済的メリットのないことから交通量区分T3(積

載荷重 5 ton以上の車輛が50～150台 / 日) 及び交通量区分T2 (積載荷重 5 ton以上の車輛が150～300台 / 日) の一部の道路が対象となっている。なお、港湾部門や民間工事には、かなり多く施工されているようである。

・1987年9月のPIARCの報告によれば施工量は1985年以前が約220万㎡, 1986年が約20万㎡となっておりスペインについて多くなっている。

d. 不利な事項

- ・経済性の追求を第1としたため、平坦性が悪い。
- ・コンクリート舗装と同様にひびわれ、ブローアップ、ポンピング及び段差が発生する。

2) 施工

敷均しはモータグレーダ、スリップフォームペーバ、通常のアスファルトフィニッシャーを使用し、転圧は鉄輪振動ローラ、タイヤローラを使用している。特筆すべきことは平坦性を確保するために、敷均した材料を振動ローラで仮転圧した後グレーダでトリミングを行うことである。

3) 設計

a. 標準設計

- ① 舗 設 幅：縦方向ジョイントを少なくするためなるべく全幅で施工する。
- ② 舗 装 厚：従来からある基準類をもとに経験や実績を加味して決定している。新設道路では交通量と路床の支持力、現道改良工事では交通量と現舗装の残存性能で決定している。
- ③ 縦施工目地：フレッシュジョイントを原則としている。フレッシュジョイントの施工については既施工部のRCCの可使状態の維持と含水比の保持に注意するよう特に求めている。
- ④ 横 目 地：垂直で突合わせたコールドジョイントを指示している。一般的に、カッター目地は設けない。
- ⑤ 表面処理、アスファルトコンクリート表層カバー等：作業当日または翌日にアスファルト乳剤、砂利 (6～4 mm) を組合わせた養生用コーティング (アスファルト乳剤だけの場合もある) を行い、交通開放後時期を見て表面処理を行う。アスファルトコンクリートによるオーバーレイは、供用性が低下しないかぎり実施しない。

b. 室内と現場との相違について

転圧後のRCCの密度は室内 (修正プロクター最大乾燥密度) ほど得られないため、締固め度を規定し設計上の特性確保を考慮している。通常は、修正プロクター最大乾燥密度の97%以上としている。

4) 材料

a. 骨 材

- ① 品 質：セメント安定処理に使用する骨材と同等のものを使用する。
- ② 最大粒径と粒度：指針によると最大粒径は20mmと14mmとがある。指針に示されている標準粒度曲線の範囲 (バインダーも含む) は、図-3.1及び3.2に示すとおりである。LCPCのミーンティングでは、材料分離と平坦性確保の点から最大寸法20mmよりも14mm、10mmのものを推奨している。

b. バインダー

ポルトランドセメント(CPA)、混合セメント(CPJ)、フライアッシュ、スラグ粉末、石灰 (刺激剤) などが使用される。

バインダーは、フライアッシュなしの場合とフライアッシュ使用の場合とに分けられる。指針に示されているバインダーの使用割合は、表-3.1に示すとおりである。

c. 混 和 剤

凝結遅延剤が使用されている。目的は、高温時の作業時間確保と半幅施工の縦ジョイントをフレッシュジョイントにするためである。

5) 配合設計

a. 配合の決め方

配合の決め方は、以下の手順で行う。

- ①指針に示されているバインダー量の標準使用量（表-3.1）から施工時期、施工現場などの条件を考慮してバインダー量及びその配合を決定する。
- ②指針に示されている粒度範囲（図-3.1及び3.2）から最大粒径、粒度曲線を設定し、骨材配合率を決定する。
- ③決められたバインダー量及び骨材配合率で突固め試験（修正プロクター法）を行い最大乾燥密度と最適含水比を求める。
- ④試験練りを行い、次の要因に対して強度及びコンシステンシーへの影響度を確認し、問題がある場合は配合を修正する。

<強度>

- ・締固め度の変動（修正プロクター法による最大乾燥密度の95%及び100%で試験）
- ・水量の変動（修正プロクター法による最適含水比の乾燥側、湿潤側）
- ・バインダー量及びバインダー間の配合割合（場合によってはセメントの種類などバインダー品質の影響）

なお、RCCPの目標強度は積載荷重 5 ton以上の車輛が50～300台 / 日の新設道路が R_{TB} (JIS A 1113と同じ試験方法) $> 3.3\text{MPa}$ (33.7kgf/cm^2)または R_t （フランスにおける引張試験） $> 2.64\text{MPa}$ (26.9kgf/cm^2)、 $E_t \geq 28000\text{MPa}$ ($2.86 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$)であり、積載荷重 5 ton以上の車輛が50台 / 日以下の新設道路は図-3.3のZone 1 または 2 となっている。強度試験は一般的に28日で行うが、硬化の遅いバインダーを用いる場合は90日で行うことができる。

<コンシステンシー>

- ・水量の変動に対して確認する。確認方法はIPI方法によるコンシステンシー試験で行う。
- ⑤配合が決まったならば可使時間の確認試験を行う。可使時間は円柱供試体（ $\phi 16 \times 32\text{cm}$ ）を作製し、その供試体の音の伝播時間で判定している。

表-3.3 配 合 例

(単位%)

LCPCミーティングの施工例						サオンヌの施工例	
第 1 現場		第 3 現場		第 4 現場			
骨 材 (14~0)	87	骨 材	90	骨 材	87	川 砂 (2~0)	20
						砕 砂	10
フライアッシュ	5.2	セメント	10	セメント	7	半 破 砕 砂 (6~0)	18
				フライアッシュ	5	半破砕砂利 (16~10)	42
セメント	7.8	リターダ	添加	石 灰	1	混合セメント	10

b. 配合例

配合例を表-3.3に示す。

6) 現場施工

a. 混合製造、運搬

①RCCの製造プラントのタイプと特徴

- ・通常は連続式の安定処理用プラントを使用しているが、生コンプラントが使用されることもある。
- ・性能はセメント安定処理基準またはコンクリート舗装基準を満足する必要がある。
- ・セメント安定処理プラントの場合、安定処理混合物よりもバインダー量を多く使用するのでサイロと計量器の容量を大きくするか、製造能力を小さく見込む必要がある（製造能力を小さく見込む場合、能力400t/hのセメント安定処理プラントは150～200t/hの能力としている）。

②水量

- ・含水比は、気象条件、運搬条件を考慮し、現場で最適含水比が得られるようにする。
- ・含水比のばらつきは、材料分離、締固め不足の原因となり平坦性、強度、凝結時間等に影響するので、含水比管理は十分に行う必要がある。

③運搬

- ・ダンプトラックを使用しているが、積み込み時の材料分離を防ぐため緩衝ホッパーの使用と落下高さを小さくする配慮が必要である。また、高温及び乾燥時には水分の蒸発を防ぐためシートなどによるカバーが必要である。
- ・運搬時間の制限は特にない。ただし、RCC混練り時から作業終了時までの可使時間（施工条件により異なるが6～12時間）が規定されている。

b. 敷均し

- ・モータグレーダ、スリップフォームペーパー、通常のアスファルトフィニッシャのいずれかを使用している。
- ・敷均しは、目標仕上り厚より数cm厚く行い、振動ローラによる仮転圧後モータグレーダでトリミングを行う。
- ・仕上がり厚が28cm以上の場合は、2層で行う。

c. 締固め

①締固め機械

- ・振動ローラとタイヤローラを使用している。
- ・作業方法は、セメント安定処理指針に従って行う（サオンヌの例では振動ローラ 9 ton、23Hzで14回、タイヤローラ35 t、7 kgf/cm²で20回となっている）。

②転圧密度とその測定方法

- ・締固め度は、修正プロクター最大乾燥密度に対して97%以上としているようである。
- ・測定方法はRI密度計を使用している。

d. 養生

①養生のシステム

- ・養生は一般に、転圧直後のものと作業完了後または翌日行うものとの組合せで行われるが、アスファルト乳剤だけの時もある。

- ・転圧直後の養生は、表面の乾燥状態を見ながら必要に応じて散水する。理想的な散水方法は、継続的に噴霧することである。散水養生が出来ない場合はアスファルト乳剤を約300g/m²散布する。一般的にはアスファルト乳剤を散布する方法が行われている。
- ・作業完了後または翌朝の養生コーティングはpH≧4のアスファルト乳剤（アスファルト残留分が600g/m²になるようにする）と6～4mmの小砂利を組合わせたものを散布する。

②交通開放

- ・新設では全部が完成してから交通開放し、現道改良の場合はすぐ交通開放する。

③暑中、寒中の配慮

- ・暑中は乾燥、寒中は凍結に注意する。
- ・冬期は、凍結しやすいことなどから工事を避けるように指導している。

e. 表面処理

- ・少なくとも数日間の交通開放の後、路面を清掃して複層コーティングまたは2回小砂利処理の1層コートをする。
- ・複層コーティングは一般的に1層目ビチューメン1.1kg/m²、10～6mm骨材8ℓ/m²、2層目ビチューメン1.2kg/m²、6～4mm、骨材5ℓ/m²とする。
- ・サオンヌの例を見ると、転圧直後散水してアスファルト乳剤(PH=4)800g/m²、4～2mmの砂でコーティングし、3週間後にカットバックアスファルトと14～10mmおよび6～4mm碎石の2回小砂利処理1層コートを実施している。本処理は、施工後数ヶ月経過し、第1次のひびわれが出た後行くとRC CP層が不透水性となるので非常に効果がある。

7) 品質管理等

a. 品質管理

- ・含水比、粒度、セメント量、締固め度の測定頻度などは不明である。
- ・サオンヌにおける品質管理データには、次の結果が報告されている。

転圧後の密度(n=110) 平均値=2.15g/cm³、標準偏差=0.03g/cm³（締固め度になおすと平均値96.8%、標準偏差=1.4%となる）

転圧後の含水比(n=110) 平均値=6.4%（最適含水比6.8%）、標準偏差=0.45%

b. 平坦性

25m区間における凹凸の大きさ(CAPL)を累積百分率で表すCAPL25という方法で行っている。RCCPに採用されている限界値はCAPL16が累積百分率で85%以上、13が70%以上、6が25%以上となっている。（資料-3）

8) 供用性

a. ひびわれ間隔など

- ・ひびわれ間隔は施工時期に影響されるが、通常は7～50mの間隔で発生している。ひびわれ幅は数mmに達しているものもある。
- ・サオンヌ（7月施工一冬経過）ではひびわれ間隔5～90m、平均25mとなっている。
- ・ある現場（積載荷重5ton以上の車輛が150～300台/日）では8日目の表面処理時既にヘヤークラックが規則的に入り、3～4年経過後段差が発生した例もある。

b. 表面強度、表面劣化、収縮、摩耗、凍結融解抵抗性など

上記項目については不明である。

9) 維持、修繕

- ・ 施工中及びそれ以後のひびわれの補修については特に規定はなく、供用性に対する障害の有無をもとに、技術者の判断で適宜行われているようである。

10) 展望

フランスは、RCCPの計画・施工指針を発刊するなどRCCPを積極的に道路に使用している国の1つである。そして、RCCPの採用理由は、従来のアスファルト舗装やコンクリート舗装に対する経済性を第一と考えて決定しているようである。従って、RCCPは表層に使用することが原則（表層以外ならばセメント安定処理を使用した方が経済的である）となるが、この場合、次の2つの問題がある。

- ①収縮によるひびわれが発生し、これが破損の原因になる。
- ②通常のアスファルトフィニッシャーやモータグレーダなどあまり高級でない敷均し機械が使用されているため、平坦性が悪い。

このためRCCPは交通量の多い道路に採用せず、交通量の少ない道路に採用することを原則としている。

技術情報（資料-3）では、交通量の少ない現道改良工事を対象に通常のコンクリート舗装、アスファルト舗装とRCCPとの経済性を比較検討している。結果は、次のとおりとなっている。

- ・ 交通量区分T3未満（積載荷重5 ton以上の車輛50台/日以下）の道路では、安定処理路盤に表面処理を行う舗装構成を採用しているためメリットがない。
- ・ 交通量区分T3（積載荷重5 ton以上の車輛が50～150台/日）の道路では、経済的効果が大きい。
- ・ 交通量区分T2（積載荷重5 ton以上の車輛が150～300台/日）の道路では、ほぼ同じである。

このようなことからRCCPは、積載荷重5 ton以上の車輛が50～150台/日の道路、特に、施工後すぐ交通開放が可能であるということから現道改良に採用されるものと思われる（交通量区分T3のサオンヌの現道改良で見ると、RCCPはアスファルト舗装に対して25%も安価であった）。

しかし、一方では、『RCCPを道路に使用した場合の将来性は、アスファルトが安価で安定していること、ひびわれ発生現象に抵抗があることからあまり明るくない。』というダクシ氏の意見もある。

今後、フランスの道路でRCCPが積極的に使用されるためには、平坦性、ひびわれなどの技術的な問題を解決する必要があるが、これと同時にアスファルトの価格も大きな要因になるものと思われる。

なお、ヤードなど広い場所には経済的であること、施工が適していることなどから今後もかなり使用されるものと思われる。

フランスにおける視察写真



写真3-1 フランス中央土木研究所訪問

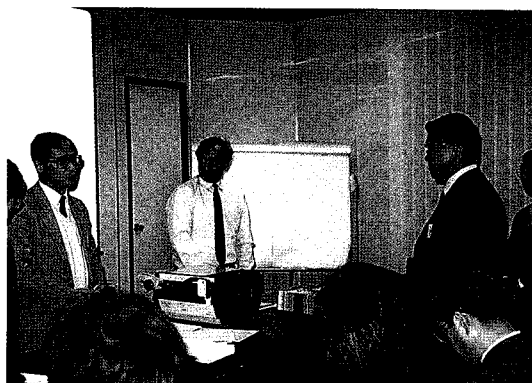


写真3-2 多田団長挨拶。(左)ダクシ氏(右)ル
フォール氏

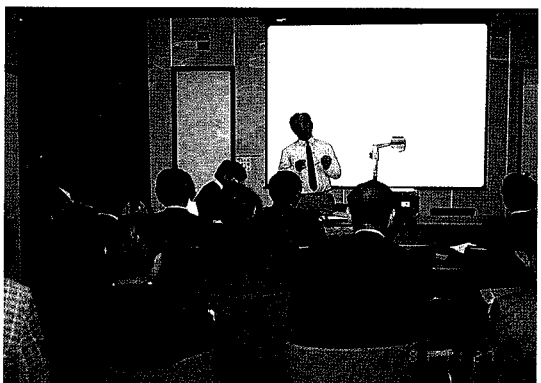


写真3-3 ルフォール氏のRCCPの施工に関する
説明



写真3-4 ディエップ港木材ヤードの全景

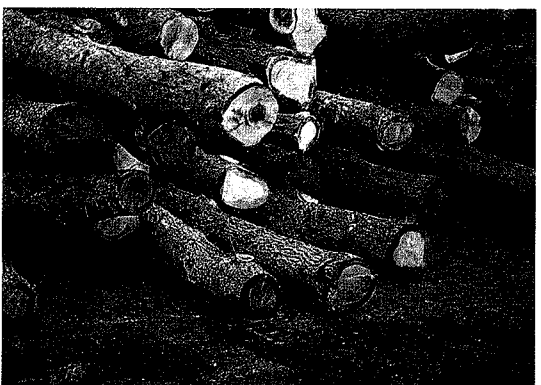


写真3-5 良好な路面状況(その1)

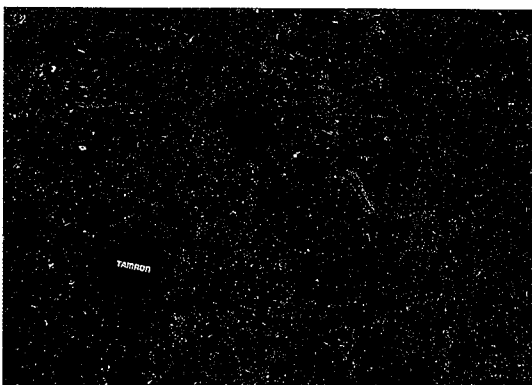


写真3-6 良好な路面状況(その2)

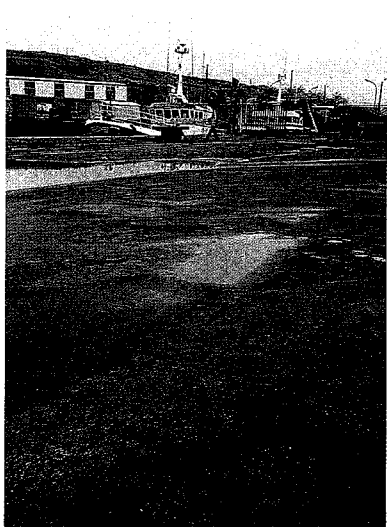


写真3-7
平坦性が悪いために
生じた水たまり。

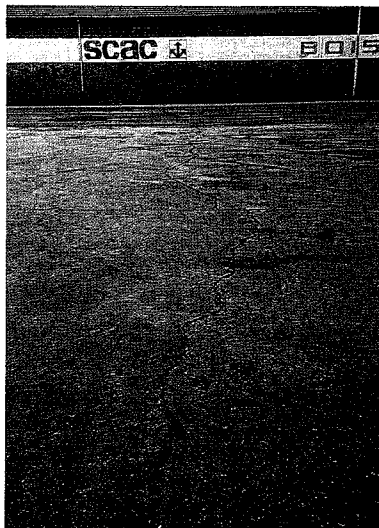


写真3-8
収縮により生じた
ひびわれ。

4. ア メ リ カ

(1) 背景

アメリカにおけるRCCPの使用は1941年にワシントン州のヤキマ(Yakima)空港のランウェイに適用したのが最初とされている⁴⁵⁾。しかし、RCCPは施工及び品質管理の難しさ等から、その後中断状態となり、本格的な研究は1973年(第1次)及び1979年(第2次)のいわゆるオイルショックを契機に再開されている。

この契機となった理由は、現在RCCPを使用している、あるいは使用しようとしている各国と基本的には同じで、以下の事項が主要な背景となっている。すなわち、(イ)公共投資予算の抑制に伴い、道路舗装においても全体的にローコスト性が特に重視されだした、(ロ)原油コストの急上昇による歴青系舗装のコスト上昇への対応として、歴青バインダや加熱を必要としないセメント系舗装の見直し気運が強まった、(ハ)過去においてRCCPの実施の支障となった厚層での高い敷均し密度や転圧密度の確保を可能とする施工機械や計測機器が開発された、等である。

RCCPの実績は、1985年現在で27万 m^2 (1986年の予定は9万 m^2)であり、その施工地域は北西部が多い。実績量の点では、スペインの430万 m^2 、フランスの220万 m^2 に次ぐ実績となっているが⁴²⁾、まだその量は少ないといえる。

アメリカにおけるRCCPの開発は米陸軍工兵隊の研究と努力によるところが大きく、RCCPの実績においても陸軍の重車輛用駐車場が比較的多く、その他の適用箇所も重輪荷重の走行するコンテナヤード、空港エプロンなど低速走行する重車輛用舗装路への適用が多い。

アメリカにおけるRCCPのこのような現況は、RCCPにおける種々の長所、短所のうち、(イ)重荷重車輛に対し、通常のコンクリート舗装と同性能を発揮する、(ロ)通常のコンクリート舗装より気象条件による影響が少なく、またより急速な施工が可能である、(ハ)路面の平坦性や肌目の均一性など表面性状がやや劣る、(ニ)収縮ひびわれが生ずる、等の影響によるものである。このため、RCCPのもっている可能性をより一層伸ばす

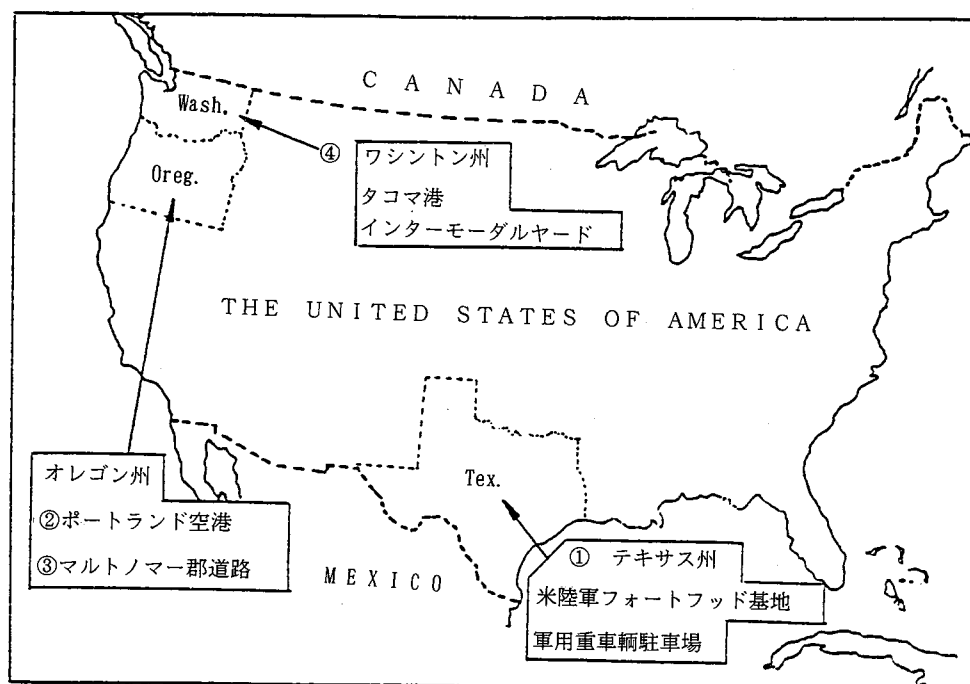


図-4.1 調査箇所の概略の位置

にはRCCPの表面性状の改善が必要であり、この点に関しては施工業者を始めとする関係者の研究、経験、努力が重要¹⁷⁾になってきている。

今回の海外調査では、上述のような現状であるアメリカにおいて、まず米国陸軍基地内の重車輛駐車場に適用したテキサス州ダラスのフォートフッド基地、空港エプロンに適用したものとしてオレゴン州ポートランド空港さらに港湾における鉄道貨物中継ターミナルヤードに適用したものとしてワシントン州タコマ港インターモダルヤードを訪問調査した。なお、オレゴン州ポートランドにおいては郡道路に試験施工したRCCPも調査した。

各調査箇所の概略の位置を図-4.1に示す。

(2) 米陸軍フォートフッド基地重車輛駐車場

1) 現地調査の概要

①年 月 日；1987年11月30日

②場 所；テキサス州フォートフッド

ダラス市から南西約250km（図-4.2）

③現場案内者；Brad Craig氏（US Army Corps of Engineers Central Texas Area Office）

John D. Moseley氏（US Army Corps of Engineers Fort Worth District）

R. Deneke氏（ABG社 Product Manager）

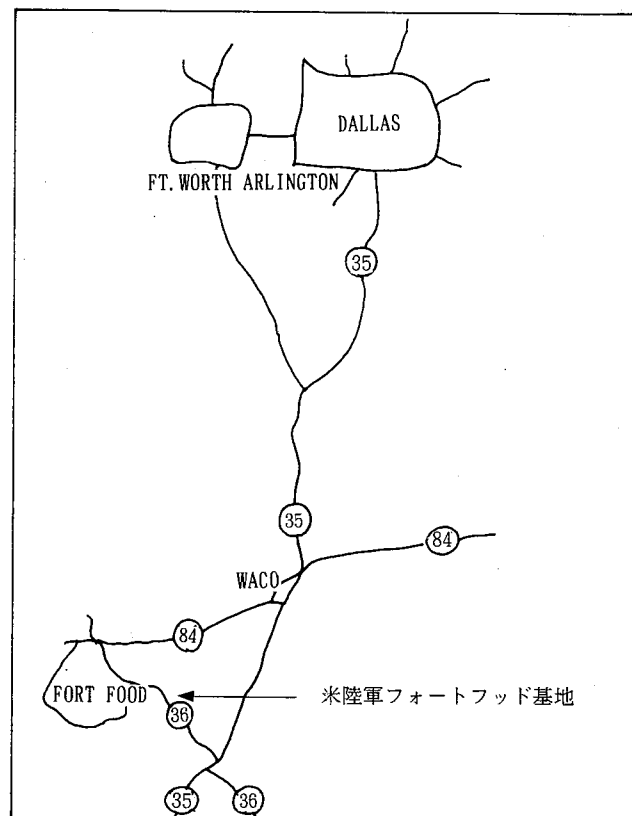


図-4.2 米陸軍フォートフッド基地位置図

2) 工事概要

当RCCPの施工現場（未供用）は、米陸軍フォートフッド基地における軍用重車輛修理場の駐車場（以下、重車輛駐車場と記す）として新たに施工されたものである。現場を視察した当日は、RCCPの施工後約1ヶ月を経過したばかりで、しかも、場内はまだ若干の付帯工事が残されて供用開始されていなかったため、ここではRCCPの新設されたままの状態を見ることができた。

当現場の工事概要は以下に示すとおりである。

①施工時期；1987年9～10月（実施工日数；25日）

②施工面積；50170m²（60000yd²）、（約320m×170m）

また当現場の状況は写真4-1～4-6に示すとおりである。

3) 経緯

米陸軍工兵隊では、前述のように、1970年代のオイルショックを契機としてRCCPを本格的に検討し始め、1983年にジョージア州フォートスチュアートの戦車用道路にRCCPを試験的に施工している。その後引続いて当視察地のフォートフッド基地の戦車用駐車場やその他数箇所の施工を積み重ねた上で、1985年には米陸軍施設の舗装としてRCCPを推奨¹⁷⁾するに至っている。今回視察した重車輛駐車場のRCCPも、軍用施設整備計画の中でこの推奨に従って実施されたものである。

4) 舗装構造

舗装構造は図-4.3に示すとおりである。

路床及び石灰安定処理路盤の詳細は不明であるが、案内者の説明によれば、路床土は良質であり、石灰安定処理路盤の状態も良好であったとのことである。

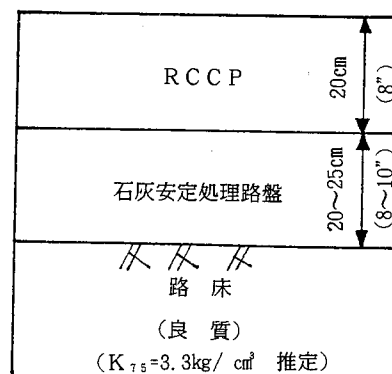


図-4.3 舗装構造

5) 配合

RCCの骨材粒度及び配合は、表-4.1及び表-4.2に示すとおりである。

このRCCの配合の特徴を挙げれば、以下のようである。

①骨材粒度は16mm以下とし、2.0mmふるい通過量を約30%としている。

骨材粒度を16mm以下としたことは、文献³²⁾にも示されているように、RCCの骨材分離を少なくし、より緻密な表面性状を得るための経験上の結果によるものと思われる。

②スクリーニングスを比較的多く使用している。

③RCCの設計強度は、通常のコンクリート舗装と同じ設計強度、すなわち曲げ強度（28日）で45kgf/cm²（650psi）を採用している。

表-4.1 骨 材 粒 度

	ふるい	仕 様	配合設計	現 場 配 合	
				1987年 9 月 3 日	1987年10月22日
粒 度 %	22mm通過	100	100	100	100
	16mm通過	95~100	100	100	100
	16mm~9.5mm	16~42	19.3	19.3	23.9
	9.5mm~4.75mm	11~37	29.6	20.6	20.2
	4.75mm~2.0mm	11~32	17.4	28.5	26.6
	2.0mm~0.425mm	6~32	12.6	13.4	13.1
	0.425mm~0.175mm	4~27	7.4	8.0	9.2
	0.175mm~0.075mm	3~27	8.3	4.9	5.8
	0.075mm通過	1~8	5.4	5.3	1.2
骨 材 配 合 %	粗骨材(19mm以下)	—	53	48	34
	スクリーニングス	—	32	37	42
	砂	—	15	15	24

表-4.2 配 合

		配合設計	現 場 配 合		
			1987年 9 月 3 日	1987年10月22日	
配 合	セメント (タイプI)	(kg / m ³)	174	174	174
	フライアッシュ (タイプC)	(kg / m ³)	70	69	70
	粗骨材 (16mm以下)	(kg / m ³)	1168	1080	756
	スクリーニングス	(kg / m ³)	668	832	947
	砂	(kg / m ³)	344	338	535
	水	(kg / m ³)	104	104	105
	W / (C+F)	0.43	0.43	0.43	
	W / C	0.60	0.60	0.60	
7 日曲げ強度		(kgf / cm ²)	41.1	45.1	
7 日圧縮強度		(kgf / cm ²)	268	287	
28日曲げ強度		(kgf / cm ²)	61.5	59.8	
28日圧縮強度		(kgf / cm ²)	363	371	
最大乾燥密度		(g / cm ³)	2.419	2.409	
硬化RCCの単位容積重量		(g / cm ³)	—	2.509	
設計曲げ強度 (28日)		(kgf / cm ²)	45.7(650psi)		

④バインダー（セメント＋フライアッシュ）の添加量は、骨材重量と合わせた全重量の内割で約10%となっている。

⑤バインダーのうちフライアッシュの添加率は内割で約30%となっている。

フライアッシュの使用は、RCCのハンドリングタイムを長くすること、ならびにRCCの乾燥収縮を低減することなどを考慮した結果によるものと思われる。

⑥水量は $W/(C+F)$ で43%である。

ところで、RCCの配合については、最大の締固め効果を得るための水量の配合が重要なポイントであるが、米陸軍工兵隊では、別の特記仕様書によると、RCCの水量についてはASTM D 1557のC法またはD法による修正プロクター法の最適含水比で求めるとしている。

また、案内者の説明によれば、室内試験のみでRCCの最終配合を決めることは難しいので、本施工に先立って試験施工を実施し、RCCの施工性、複数の舗設レーンによるジョイントや表面の仕上がり、密度及び施工後7日と28日の曲げ強度と圧縮強度などを検討した上で、最終の現場配合を決定したとのことである。

6) 施工

a. 準備工

一般に、準備工としては、RCCの舗設に先立って路盤の支持力や路盤面の状態が良好であることを確認し、計画された舗設レーンの割付け、あるいは、RCCの敷均し厚調整のためのセンサロープの設置などを完了しておかなければならないと思われるが、当現場では準備工についてのコメントは特に得られなかった。

b. 混合、製造

混合は、連続式パグミルミキサ（Aran社製、ASR280S、 $280\sim 350\text{ m}^3/\text{hr}$ ）を使用し、プラントは舗設現場から近い4ブロック以内のところに仮設したとのことである。

RCCの1日の舗設量は、平均 $435\text{ m}^3/\text{日}$ （ $570\text{ yd}^3/\text{day}$ ）、最高 $841\text{ m}^3/\text{日}$ （ $1102\text{ yd}^3/\text{day}$ ）であったとのことである。

c. 運搬

運搬は、積載量約 9 m^3 のダンプトラックを使用している。なお、運搬時間は、別の特記仕様書によれば、15分以内でなければならないとしている。

d. 敷均し

敷均しは、ダブルダンパ付きアスファルトフィニッシャ（ABG社製、Titan 410S）を使用している。1レーンの敷均し幅は15ft（4.6m）、敷均し厚は8.5in（21.6cm）、仕上り厚は8in（20cm）である。

敷均しの側端部は、フィニッシャのアタッチメントによって7.5度のテーパを持たせたということであるが、同行したR. Deneke氏によれば、このテーパについては今後15度（仰角75度）にするとか、最新のものはすでに15度になっているとのことであった。いずれにしても敷均しの側端部を安定させるにはある程度大きな角度を持たせた方が良いように思われる。

なお、当アスファルトフィニッシャによる敷均し直後のRCCPの密度は、配合設計時の密度 2.419 g/cm^3 に対し91～95%という高い密度が得られているとのことである。

e. 転圧

転圧は以下に示すとおりである。

イ. 初期転圧；振動ローラ10t Hyster 有振4パス

ロ. 二次転圧；タイヤローラ30t Ferguson 1～2パス以上（ローラマーク消し程度）

ハ. 仕上げ転圧；タンデムローラ 2パス

なお、別の特記仕様書によれば、転圧開始は敷均しから10分以内、転圧終了は敷均しから45分以内とされ、また、RCCの混合から60分以内に転圧を終了しなければならないとされている。

当現場ではRCCPの密度については規格を設けていないとのことであるが、RI密度計による密度測定結果では、RCCPの密度は配合設計時の密度 $2.419\text{g}/\text{cm}^3$ に対し98～100%の間に分布し、含水比が5.5～6%のところでは最大の密度が得られ、また、RCCPの深さ方向の密度分布については、上層部では高い密度が得られるものの底部の密度は上層部よりも2～3%低い結果であったとのことである。

平坦性については、3m定規で10mm以下という規格となっているが、視察結果ではほとんど合格しているようである。

f. 目地

当現場では通常のコンクリート舗装で設置される膨張収縮等の目地はいっさい設置されていない。当初、ダミー目地を設置することも検討したそうであるが、施工上不可能であることがわかり、採用せずに施工したとのことである。したがって、当現場のように複数のレーンに分けてRCCを舗設する場合には、縦施工ジョイントの施工方法が重要な課題となっている。

案内者の説明によれば、1日の施工で行う縦方向のジョイントについては、60分以内に隣接のレーンを敷均ししてジョイント部を同時に転圧するというフレッシュジョイントによって舗設し、翌日以後に施工する縦方向のジョイントについてはそのまま施工するコールドジョイントで舗設して、横方向のジョイントについては、翌日の舗設に先立って垂直に切削除去したとのことである。

米陸軍工兵隊では、これらの縦方向のフレッシュジョイント、縦方向及び横方向のコールドジョイントの施工方法については、本施工の前に、あらかじめ確認し習熟することを目的にして試験施工に組入れている。試験施工の方法については資料-4に示した例を参照されたい。

g. 養生

RCCPの養生は、転圧終了後から24時間はハンドホースで霧状に散水し、その後はパラフィンをベースとした白色顔料入りのコンパウンドで被膜する方法を採用している。

7) 供用性状

当現場は、前述したように、まだ供用開始されておらず、供用性を云々するまでに至っていないので、ここでは施工後約1ヶ月における表面性状から受けた感じを以下に示す。

- a. 全体としては緻密で平坦な仕上がりとなっており、良好な状態に感じられた。
- b. 横断に発生したひびわれは、間隔が約30m、幅が全般的に1～2mm、最大3～5mmであった。（写真4-3）

案内者の説明によれば、横断のひびわれはRCC舗設の翌日ないし2～3日後に発生し始めたとのことであるが、ひびわれ部におけるRCCPの荷重伝達効果を調べた結果、構造的には特に問題がないとのことであり、ひびわれについてはあまり気にしていないようであった。また、カッター目地によるひびわれの誘導対策については、早期にRCCPをカットすると切口の角が破損してみだれてしまうので、かえって悪い結果をもたらすとのことであった。

- c. 縦方向のコールドジョイント部の一部は他の部分よりも細粒分の飛散による肌荒れと段差が見られた。
- d. 部分的に入力で敷均した箇所は全体的に肌荒れが目立っていた。
- e. 一部に、アスファルトフィニッシャのワイドナ接続部で材料分離の傾向がみられた。（写真4-4）

f. ところどころに、施工時の引きずりによるヘヤークラック（フェザークラック）が見られた。（写真 4 - 5）

以上の視察結果であるが、当現場のRCCPは、細部にとらわれがちな日本人には気になる部分もあるが、一般的には良好な状態を維持し、重車輛駐車場としてその機能を十分に果たすものと思われた。

(3) ポートランド空港エプロン

1) 現地調査の概要

①年 月 日；1987年12月1日

②場 所；オレゴン州ポートランド空港（図-4.4）

③現場案内者；David J. Irvine 氏(Port of Portland, Project Engineer Geotechnical)

Jory M. Abrams 氏(CH₂M HILL 社, Civil Engineer, 女性)

Jerry L. Jacksha 氏(CH₂M HILL 社, Geotechnical Engineer)

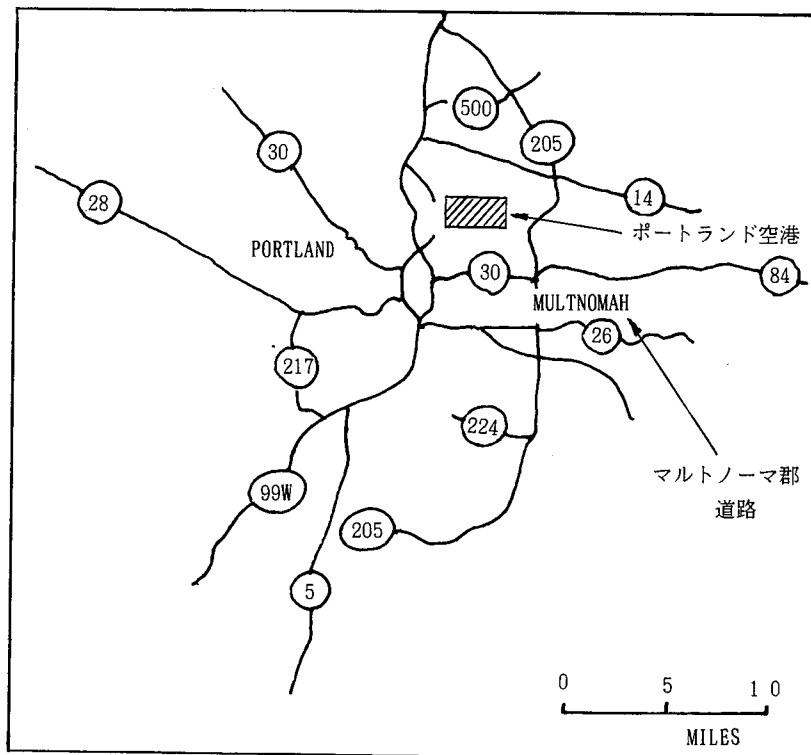


図-4.4 ポートランド空港及びマルトノーマ郡道路位置図

2) 工事概要

視察したRCCPの施工現場（供用中）は、オレゴン州ポートランド空港のエプロンである。当RCCPは米国の空港エプロン舗装で表面に使用した初めての実施例であるとのことであった。

当現場の工事概要は以下に示すとおりである。

①施工時期；1985年8月

②施工面積；34250m² (40970yd²), (約380m×90m)

また、当現場の状況は写真 4 - 7 ～ 4 - 10 に示すとおりである。

3) 経緯

1985年当初、ポートランド空港エプロンの舗装が計画され、RCCPとアスファルト舗装の2案が検討されて入札が行われた。その結果、RCCPが経済性及び機能性に優れているとされ、1985年8月にRCCPによる空港エプロンの舗装が実施されている^{22), 28), 37)}。

舗装設計はB-727やDC-10といった大型の飛行機を対象として行われているが、価格的にはRCCPの方がアスファルト舗装による場合よりも32%の低価格であったとのことである。しかし、RCCPの施工時が夏場でありRCCPの施工面で好ましくない厳しい日が多かったことから、RCCPの施工後間もなく施工ジョイントや横断の収縮ひびわれなどに問題が生じたとしている。その補修費として12%を要したということで、最終的な価格としてはアスファルト舗装による場合よりも20%のコストダウンに留まったとのことである。

現在、当現場は供用開始後2年余りを経過しているが、RCCPの表面が雨水の影響等によってスケーリングを起こして肌荒れしてきたため、1987年の夏に表面保護としてゴム入りタールによる全面シールを行っている。これはおそらく飛行機のジェットエンジンの弊害となる小石などの剥離飛散を防止するために実施したものと思われる。

4) 舗装構造

舗装構造は図-4.5に示す通りである。

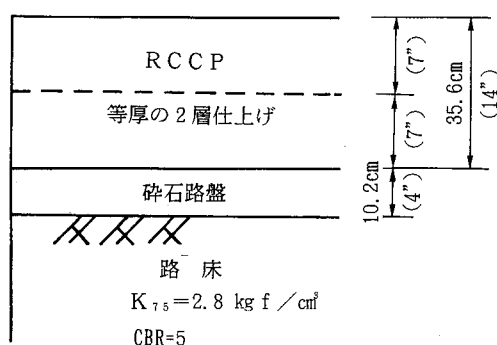


図-4.5 舗装構造

5) 配合

RCCの骨材粒度及び配合は、表-4.3及び表-4.4に示すとおりである。

表-4.3 骨材粒度

ふるい寸法 (mm)	通過百分率(%)	
	仕様	結果
19.0	90~100	100
12.7	75~100	91
9.5	60~90	76
6.4	52~75	56
2.0	25~46	25
0.85	16~32	17
0.425	8~24	11
0.15	5~15	5
0.075	5~10	6.6

表-4.4 配合

配合	使用材料	単位量 (kg/m³)
	セメント(Type I)	289
	フライアッシュ(Class F)	71
	骨材	1927
	水	154 (6.7%)
設計曲げ強度 (28日) (kgf/cm²)		49 (700psi)
備考: 骨材は乾燥ベースで表示 ()内は含水比(%)		

骨材は、アスファルト舗装用の碎石13～6.4mmと6.4～0mmを38%：62%に混合して使用している。

6) 施工

a. 準備工

特にコメントは得られなかった。

b. 混合・製造

混合は、時間当りの混合量が600 tの連続式パグミルミキサ(Aran社製)を使用している。

c. 運搬

運搬はダンプトラックを使用している。

d. 敷均し

敷均しは、ダブルダンパ付きのアスファルトフィニッシャ(ABG社製, Titan 410S)を使用し、等厚の2層で行っている。敷均し幅は、下層及び上層共に18ft (5.5m)であるが、上下の荷重伝達を図るために下層と上層の縦方向のジョイントは、1.5in (3.8cm) ずらして施工している。1 舗設レーンの延長は、当現場の視察結果によれば横方向のジョイントが全長約380mのほぼ中央に設置されていることから推察し、約190mと考えられる。この1 舗設レーンの下層と上層を合わせたRCCPの容積 (約370m³×2.5t/m³=930t)は、プラントのRCC製造能力からして約90分の製造時間に相当している。

当工事の仕様では、上下層のRCCPの接着を確保するために、上層の敷均しは下層の転圧終了から60分以内に行うこととしている。実際の施工では、施工機械は1セットであるが、1 舗設レーンの上下層を合わせた施工時間は約90分で終了している。しかし、施工時の夏場の気候は気温が21～28℃で風の強い日が多く、RCCの舗設にとってはジョイントの施工や養生などにおいてかなり厳しい気候条件であったと考えられ、難しい作業であったものと推察される。

なお、当アスファルトフィニッシャによる敷均し直後のRCCPの密度は基準密度の94～95%という高い密度が得られたとのことである。

e. 転圧

転圧は、前が鉄輪、後がタイヤの8 t 振動ローラ(ABG社製, Puma168コンビネーションローラ)を使用し、初転圧に無振2パス、二次転圧に有振2～4パスを行ったとのことである。RCCPの密度はRI密度計で測定し、基準密度の98%以上の仕様となっている。

基準密度は、縦90cm×横90cm×高さ15cmの型枠(文献^{2,8)}では61cm×61cm×38cmとなっている)にRCCを3層に分けて入れ、各層ごとに直径10cmのタンパで十分に締固めて求めたとのことである。

f. 目地

通常のコンクリート舗装で設置される膨張収縮等の目地は一切ない。横方向の施工ジョイントは全延長約380mのほぼ中央に設置されている。また、縦方向のジョイントは全てコールドジョイントで施工したとのことである。

g. 養生

養生は、RCCの転圧終了後から24時間は散水車による噴霧散水、その後、6日間はスプリンクラの散水によって行っている。

7) 維持修繕

当現場のRCCPは、施工後間もなく、縦方向のジョイント部、横方向のジョイント部及び横断の収縮ひびわれ部などについて以下の補修を行っている。

- a. 縦方向のジョイント部は、ジョイントの角に沿って粗骨材がゆるみ、飛散するようになったため高圧のエアでゆるんだ粗骨材を取り除き、エポキシモルタルを塗布した。
- b. 横方向のジョイント部は、約90m (300ft)の全施工幅員にわたって幅約6mmのひびわれが生じたために、エポキシ樹脂を充填した。
- c. 横断の収縮のひびわれは20~30m間隔に発生し、ひびわれ幅は最大約6mmとのもので、ひびわれ幅が大きなところはエポキシ樹脂を充填し、ひびわれ幅が小さなところはスラリー状のエポキシモルタルを塗布した。
- d. 前記エポキシ樹脂を充填したひびわれ部は、その後剥脱したり、周囲のRCCPを損傷する結果となったため、横方向のジョイント部については幅約50~60cmのRCCPを切取って普通のコンクリートで打換え（写真4-8）、また、横断の収縮ひびわれ部でエポキシ樹脂を充填したところについてはエポキシ樹脂を除去し、弾性目地材で再補修している。
- e. 1987年の夏に、前述のように雨水の影響等によるスケーリングの防止対策としてRCCPの全面をゴム入りタールでシールするに至っている。

8) 供用性状

現場を視察した当日は雨天下であったため細部を詳細に観察することはできなかったが、当現場のRCCP（供用年数、約2年4ヶ月）については以下のように感じられた。

- a. RCCPの全面はゴム入りタールでシールされていたが、横方向のジョイント部（写真4-8）及びひびわれ部の補修状況は充分にうかがい知ることができた。
- b. RCCPは横断のひびわれの他には複雑なひびわれの発生が見られず、コンクリート版としての強度が充分に確保されており、全体として良好な供用性状が保持されているものと感じられた。
- c. 一部、ジョイント部の付近などにゴム入りタールのシール材が剥離した部分（約5cm×20cm）が見られたが、その部分のRCCPの表面は微小な凹凸が見られ（写真4-9）、前述の雨水の影響等によるスケーリングの状態を感じ取ることができた。

以上の視察結果から判断すると、RCCPは版としての強度は確保されるものの、複数のレーンによる施工ではジョイントの施工が重要であること、また当空港エプロンのように、一部のジョイント部などで剥離する小石が問題となるような場所においては、施工当初からジョイント部における接着剤の使用やあるいは、RCCPの上層に表面処理を設けるなどの工夫が必要であると感じられた。

(4) マルトノマー郡道路

1) 現地調査の概要

- ① 年 月 日：1987年12月1日
- ② 場 所：オレゴン州ポートランドマルトノマー郡S.E.99番街
（ポートランド空港から南方約4km、図-4.4参照）
- ③ 現場案内者：Jory. M. Abrams氏（前出）
Jerry. L. Jacksha氏（前出）

2) 工事概要

当郡道路のRCCPは、マルトノマー郡の発注による道路改良工事として試験的に施工されたもので、工事の特徴としては、米国内で初めて道路舗装の表層に適用したことや、高密度締固めスクリード付きアスファル

トフィニッシャの使用により、一部ローラ無転圧区間を設けたことなどがある。

本現場の工事概要を示すと以下のとおりである。

- ・施工時期：1985年11月
- ・施工面積：約980m² (6.7×146m)

なお、当道路の制限速度は、35mile/h (56km/h)で、交通量は軽交通（大型車はバスのみが通行）とのことであった。

本現場の状況を写真4-11～4-13に示す。

3) 経緯

RCCP適用の経緯としては、工事費が低価格であることや、同じポートランド市内で1985年8月に実施されたポートランド空港での適用実績の影響も大きいと考えられる。このことは、空港での設計担当者(CH₂M HILL社)が、引続き当道路の設計を担当したことからもうかがえる。

4) 舗装構造

RCCPの舗装構造は図-4.6に示すとおりで、路盤5in (13cm), RCCP 7in (18cm) の構成である。幅員構成は、図のようで、RCCP車道部と歩道部との間の駐車帯をアスファルト舗装としていた。これは、将来、管埋設等の必要が生じた場合でも、RCCPを傷つけることなく設置が可能ないようにしたためとのことであった。

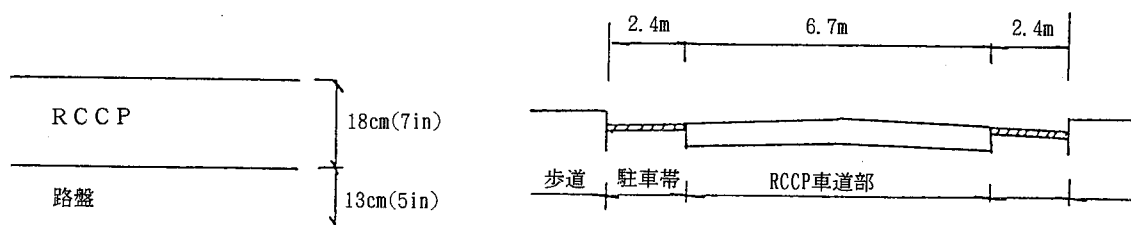


図-4.6 舗装構造及び幅員構成

5) 配合

使用骨材の粒度を表-4.5に示す。RCCの配合は、表-4.6に示すとおりで、材令28日の曲げ強度を600psi (42kgf/cm²)として、陸軍工兵隊北太平洋材料実験室にて設計したものである。使用材料は、フライアッシュセメント（フライアッシュ15%含有）及び骨材として1/2～1/4in (13～6.4mm)と1/4～0in (6.4～0mm)の碎石を38%：62%に混合したものを使用した。

6) 施工

RCCPの施工は、当初、ローラ転圧区間と無転圧区間の2区間を予定していたが、結果的に図-4.7に示すとおりA, B, Cの3区間で行われた。すなわち、A区間の30mは、RCCの製造上の問題から設計セメント量(13.4%)より少ない配合(6～8%と推測)であったことと、フィニッシャの自動レベリング装置のトラブルにより、平坦性が満足できず、数均されたRCCを取出し、同じ混合物で再施工を行った箇所でもある。従ってこの区間では、混合から舗設終了まで約3時間を要したとのことであった。B, C区間は、当初予定したとおりのローラ転圧区間、ローラ無転圧区間として実施された。

表-4.5 骨材粒度

ふるいの寸法 (mm)	通過百分率(%)
19.0	100
12.7	97
9.5	78
6.4	64
2.0	38
1.18	27
0.6	19
0.425	16
0.15	8
0.075	5.7

表-4.6 配 合

使 用 材 料		単 位 量 (kg/m ³)
配合	フライアッシュセメント	325
	碎石 (13~6.4mm)	750
	砕砂 (6.4~0mm)	1210
	水	145 (6.3)
備考：骨材は絶乾ベースで表示 表中()内は含水比		

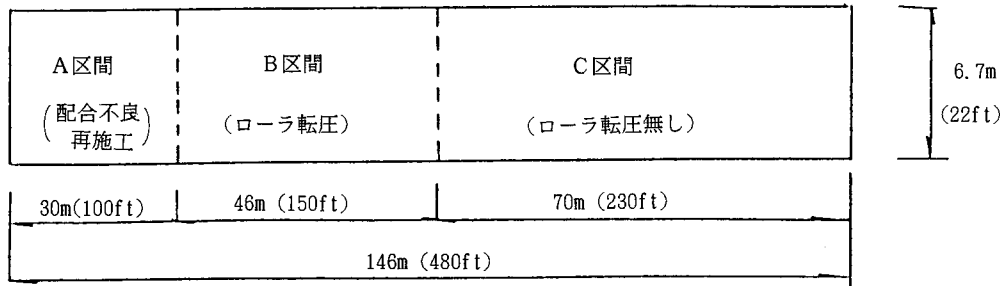


図-4.7 施工平面図

a. 準備工

路盤の施工方法は明らかでないが、路盤材料には砂利を使用し、目つぶしとして表面にシルト砂を散布したとのことであった。

b. 混合、製造

混合は、時間当りの混合量が600 t の連続式2軸パグミルミキサ(ARAN社製)により行った。

c. 運搬

運搬には、ダンプトラックを使用した。

d. 敷均し

敷均しは、ダブルダンパ付きのアスファルトフィニッシャ(ABG社 Titan 410S)を用いて、敷均し幅を6.7mとし、1層施工で行った。

e. 転圧

転圧には、前輪が鉄輪、後輪がタイヤ形式の10 t 振動ローラ(酒井重工社製)を使用し、98%の密度が得られるまで締固めることが要求されていた。各区間の舗設終了後における締固め度及び現場から切取った供試体の材令90日における曲げ強度試験結果を表-4.7に示す。

なお、ここでいう締固め度は、室内で基準密度版(61×61×38cmのブロック供試体)を作製し、これとRI密度計で測定した現場密度との比で表わしたものである。

表-4.7 各区間の締固め度及び曲げ強度試験結果

区 間	種 別	締固め度(%)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
A	配合不良、再施工	95.8	26.6
B	ローラ転圧	98.4	41.7
C	ローラ無転圧	95.9、96.3	37.1

f. 目地

当道路では、施工幅員を全幅の6.7mで行っているため、縦方向の施工ジョイントは無い。また、施工規模、RCCの製造能力等から3区間とも1日で舗設完了したと推測されることから、各区間の横方向施工ジョイントは、いずれもフレッシュジョイントとして施工されたものと思われる。なお、ここでは縦方向、横方向ともカッター目地を設けていない。

g. 養生

養生は、舗設後、被膜養生剤(ASTM C309タイプⅡ)を1回当たり0.27ℓ / m²で2回散布したもので、特に散水養生は行っていない。

7) 供用性状

供用後、約2年経過したRCCPの路面性状を視察した結果は、次のようであった。

a. 全線にわたって横収縮ひびわれが発生していた。発生状況はA, B区間の場合、幅3～7mm程度のものが8～10m間隔に、c区間では幅1～3mm程度のものが3～5m間隔であった。但し、ひびわれ幅については、表面の角欠けも含んだ概略値であり、版内部では、これの1/3程度であろうと推察される(写真4-12, 4-13参照)。

b. C区間の一部に、縦ひびわれが発生していたが、案内者によると、これは、路盤があまりよくなかったためとのことであった。

c. 横収縮のひびわれは、全体的に幅の広いのが気になったが、段差が生じている様子もなく、また、比較的大型の車輛が通行した場合でも、ひびわれ箇所の版相互の動きは、ほとんど認められなかった。

d. 表面性状は、A区間(配合不良、再施工)の一部に、表面のモルタル分が飛散し、粗面となった箇所があった他、全般的に概ね良好であった(写真4-13参照)。

以上のような視察結果から、現状の供用状態としては良好であると思われたが、横収縮ひびわれについてはRCCPの耐久性を考えると、やはりカッター目地を設ける等の処置が必要ではないかと感じられた。

なお、案内者によるとRCCPの道路舗装への適用は、今後3ヶ所予定されており、その際にカッター目地の設置を検討するとのことであった。

(5) タコマ港インターモーダルヤード

1) 現地調査の概要

① 年 月 日 : 1987年12月2日

② 場 所 : ワシントン州タコマ港(図-4.8)

シアトル南方、約40kmの位置で、ファンデファーカ海峡の奥に入り込んだピュージェット湾に接している。

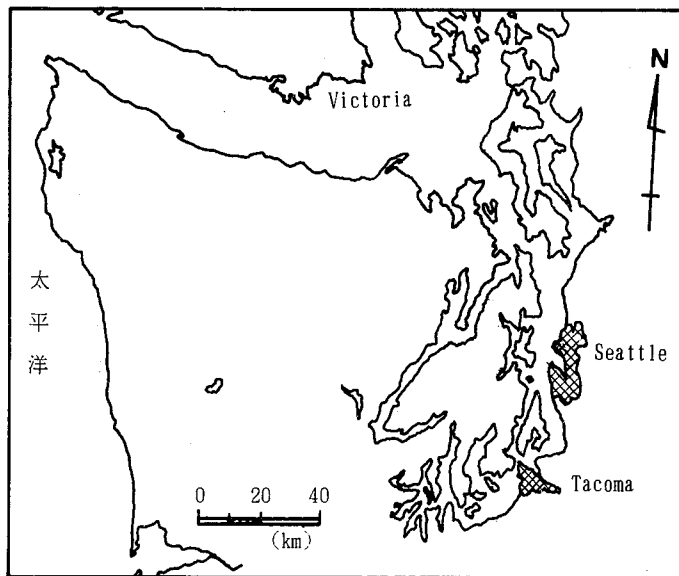


図-4.8 タコマ港位置図

③ 現場案内者：Curtis L. Ratcriff氏 (Port of Tacoma. Project Engineer.)

R. Deneke氏 (前出)

2) 工事概要

視察したRCCPの施工現場（供用中）は、ワシントン州タコマ港のインターモーダルヤード（鉄道引込み線を利用した船舶、鉄道、道路間の貨物中継ターミナル）であり、南地区、北地区の2箇所に施工されていた。

本RCCPはシアトル～タコマ地区では初めての実施例であるとのことであった。

本現場の概要を示すと以下の通りである。

a. 施工時期：1985年4月

b. 施工面積：南地区=49,410㎡、北地区=29,260㎡

本現場の状況は、雨天下での撮影のため、やや不明瞭だが、南地区は写真4-14～4-16、北地区は写真4-17, 4-18に示す。

3) 経緯

本工事でRCCPを採用した理由として、Curtis L. Ratcriff氏（以下、案内者と記す）の説明では、（イ）重荷重（使用ロードの軸重=54.5ton及び22.7ton）に耐える舗装が必要であった、（ロ）経済的（つまりコストダウンできる舗装）に作りたかった、（ハ）新技術開発へのチャレンジにつながる舗装が必要だった、ためであると述べている。

また、文献³³⁾によれば、採用理由として（イ）冬期の施工であるので、舗設速度が早く、施工時温度に敏感でない舗装が必要であった、（ロ）使用用途からみれば、舗装としての平坦性や外観の良さへの要求は2次的であった、ためとしている。

なお、経済性の比較をすると、南地区の工事費（入札価格）は従来のコンクリート舗装では\$2,275,000、RCCPでは\$1,764,000であり、RCCPの採用は約18%のコストダウンとなったとのことである。

この点を文献^{2,3)}より引用して示せば図-4. 9のとおりである。なお、図表中のRCCとは転圧コンクリート舗装、PCCとは通常コンクリート舗装、ACとはアスファルト舗装を示している。

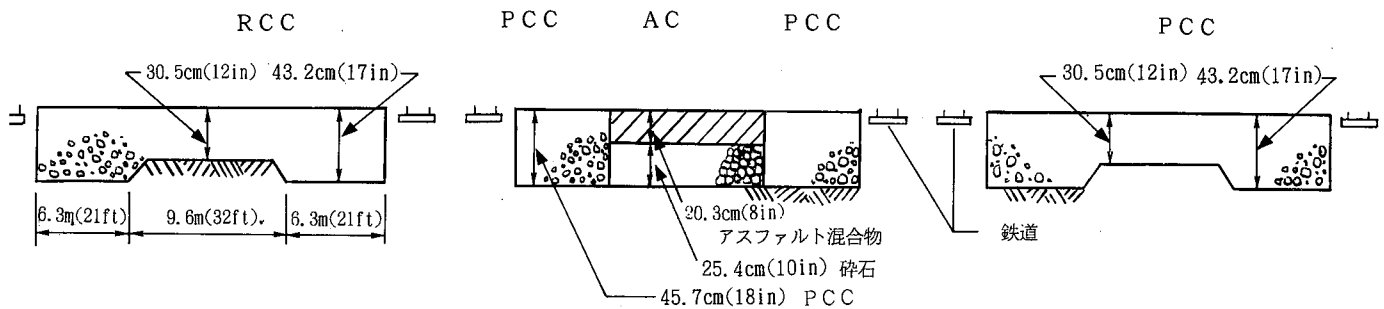


図-4.9 比較舗装断面

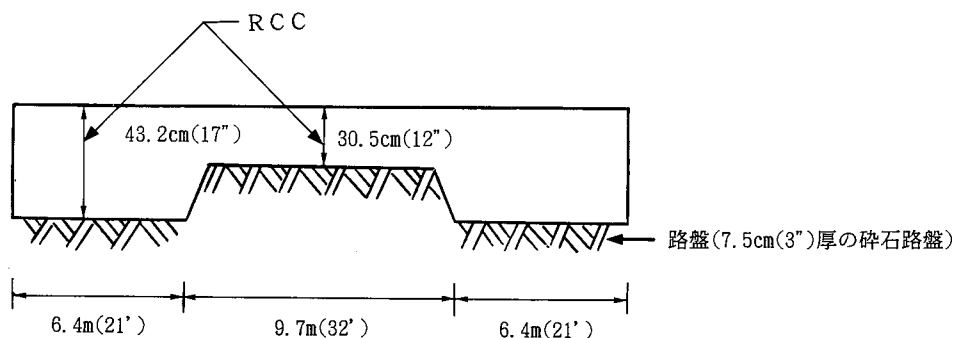
表-4.8 南地区での比較設計入札結果

業 者 名	RCC	RCC&AC	PCC
(1) M.A.シーガル	① \$1,764,500	② \$2,135,000	② \$2,295,000
(2) キューウィット・パシフィック	② 2,173,500	③ 2,292,500	① 2,275,500
(3) ウッドワース	③ 2,359,083	① 2,055,580	③ 2,358,083
(4) インターテック	④ 2,560,138	④ 2,570,180	④ 2,606,107
設 計 予 算	\$2,750,000		

なお、同文献によれば、南地区のRCCPは10日間（舗設は7日間）で施工しており、このような急速施工性はかなりコストダウンに寄与したのではないかと推察される。

4) 舗装構造

南地区の舗装断面を示すと図-4.10に示すとおりである。



※ 路床のK値=8.3kg f/ cm² (200psi/in.)

図-4.10 南地区舗装断面

本RCCPの版厚はインターモダルヤードの使用性から線路側の版厚が中央部より5 in. (12.5cm) 厚くなっているが、17in. (42.3cm) 部分が軸重54.5ton、12in. (30.5cm) 部分が軸重22.7tonで設計されている。

なお、本舗装厚の設計はPCAの“Thickness Design of Concrete Pavement Carrying Industrial Vehicles”によっている²⁹⁾。

3 in. (7.5cm) の碎石路盤はRCC舗設のワーキングテーブルとして施工したもので、悪天候下での急速舗設に非常に有効であったとしている。

目地は、縦、横とも単純な突合わせジョイントであり、いわゆるカッター目地や膨張目地は設けていない。収縮ひびわれ対策をノーコントロールとした理由として、(イ) 収縮ひびわれが生じてもRCC版が相当に厚いので、ひびわれ断面における骨材のカミ合わせで荷重伝達があり、段差等の破壊には至らないと考えた、(ロ) 過去の例からみてカット目地を施工しても、それだけの効果はないと判断したためとしている。

5) 配 合

本現場では、後述するように図-4.10の12in. (30.5cm) 厚部、17in. (43.2cm) 厚部とも2層敷均し、2層締固めて施工しているが、各層のRCCの配合は同一である。RCCの粒度と配合を示すと表-4.9、4.10のとおりである。

表-4.9 骨材粒度 *

ふるい寸法 (mm)	通過百分率(%)
16	100
13	90~100
10	75~90
6.5	55~75
2.0	32~48
0.42	11~24
0.177	6~24
0.074	3~7

* セメント、フライアッシュは除く。

表-4.10 配 合

	使 用 材 料	単 位 量 (kg/m ³)
配 合	セメント	268
	フライアッシュ	60
	骨材 (16~10mm)	505
	骨材 (10~5mm)	505
	骨材 (5~0mm)	809
	骨材 (混合砂)	202
	水	153 (6.5%)
設計曲げ強度 (28日)		49kgf/cm ²
単位容積重量		2.469g/cm ³
備考：骨材は絶乾ベースである。 () 内は含水比(%)		

本工事の特記仕様書によれば配合に関して以下のように記されている。

- 骨材は、ワシントン州DOT仕様のクラスBのアスファルト舗装用骨材を使用すること。
- セメント及びその量は、ASTM (03300) タイプIIのポルトランドセメント (中庸熱型) を450 lbs/yd³ (267kg / m³) 以上使用すること。
- 混和材及びその量は、ASTM(C618) クラスFのフライアッシュを100 lbs/yd³ (59kg / m³) 以上使用すること。
- 強度は、28日養生の曲げ強度 ≥ 700 psi (49kgf/cm²) 。

なお、配合設計は米国陸軍工兵隊のフォートルイスの工事とカナダPCAのブリティッシュコロンビアの工

事の場合を参考としているとのことである。また、中庸熱型セメントを用いた理由はRCCの可使時間を延長させるためであるとのことであった。

6) 施工

a. 準備工

本工事の特記仕様書では、RCCの舗設開始に先立って、路床面の状態をエンジニアが視察し、承認を与えるまで、舗設を開始してはならないとしている。

これは、RCCの舗設に先立って、路床面あるいは路盤面を視察し、舗設に必要な支持力が十分で、汚れが無く、また適度に湿らされていることが必要とされているためである。

b. 混合、製造

混合はロータリードラムミキサ装備の連続混合式プラント (500t/hr)を使用したとのことである。

なお、本工事の仕様書では、通常のバッチタイププラント、及びパグミルミキサ装備の連続混合式プラントの使用も認めている。

c. 運搬

18t ダンプトラックを使用した。

d. 敷均し

南、北地区ともRCCの敷均しは、等厚の上下層の2層で行っている。南地区の敷均しは振動スクリード付きアスファルトフィニッシャー、北地区はダブルダンパ付きアスファルトフィニッシャー(ABG社 Titan410 S)を使用している。なお、北地区の施工では、敷均し機械の差を調べるため、1レーンだけ南地区で用いたアスファルトフィニッシャーによる施工区間を設置している。南地区の施工レーン幅は4～5m、北地区は7～8m幅である。

本工事の特記仕様書によれば、(イ) RCCの敷均しはタンピングバーを備えた通常のアスファルトフィニッシャーを使用する、(ロ) RCCの混合終了から敷均しまでの時間は30分を越えてはならない、としている。

なお、本工事の報告によれば、良好な仕上がり平坦性を得る点から見ると振動スクリード付きアスファルトフィニッシャーで敷均せる1層の最大厚は10.5in. (270mm) が限界であったとしている。この場合の転圧後の厚さは8.5in. (215mm) で転圧減は20%であった。

e. 転圧

案内者の説明では、初期転圧は15tonの鉄輪振動ローラで4パス(最大速度<40m/min)、2次転圧はタイヤローラで2パス(タイヤ圧=7kg/cm²)、仕上げ転圧は鉄輪ローラで2パス(無振)とのことであった。ABG社のR. Deneke氏の説明では、北地区で用いた振動ローラはABG社 Puma168(2段起振で表面振動数50Hz、深部振動数33.5Hz)で重量8ton(起振時15ton)とのことであった。なお、敷均し後の密度は南地区で設計密度の約80%、北地区で約95%であったとのことである。

本工事の特記仕様書によれば、上記の他に(イ) 転圧は、敷均し後10分以内に開始しなければならない、(ロ) 転圧の終了は、敷均し後45分以上遅れてはならない、(ハ) 仕上がり平坦性は10ft (3m)で3/8in. (1cm) 以下でなければならない、などを規定している。

f. 目地

本工事の特記仕様書によれば、(イ) 2層に敷均しした上下層の各縦ジョイント部は、同日に転圧を終了しなければならない、(ロ) その日の舗設作業の終わりの縦及び横施工ジョイントは、翌日の舗設に先立っ

て垂直にブレードで削り取らねばならない、としている。

また、転圧時に関しては、（イ）同日に舗設する隣接レーン間縦ジョイント部の転圧は、上項e.の（ロ）に示す時間内に終わらなければならない、（ロ）転圧は、その舗設レーンの端部から18in.（46cm）以上の幅を踏残して行わなければならない、（ハ）その残った縦ジョイント部は、隣接レーンを舗設した後、同時に転圧して仕上げなければならない、としている。

本工事のように舗設箇所の形状が多数の舗設レーンで形成される場合、レーン間に生ずるジョイントは可能な限り、いわゆるフレッシュジョイント化することが重要である。上述のようにジョイント部の施工法を詳しく仕様する点が、通常の道路舗装とヤード舗装の異なる点といえよう。

以上の点に関連し、米国陸軍水路実験所のDavid W. Pittman氏がRCCの舗設レーンが複数になる場合の敷均しと転圧パターンについて詳述しているので、参考のため資料－5にその概要を示した。

g. 養生

本工事の特記仕様書では、3日間の噴霧養生後、4日間スプリンクラによる散水、あるいは被膜養生剤かポリエチレンシートの使用としている。また、養生温度は2℃以上に保持するようにも定めている。

7) 維持修繕

全体的にはメンテナンスをほとんど実施していない状況であるが、南地区のゲート部は交通の集中する部分であるためか、ひびわれのシーリングを積極的に行っていた。その他の場所では、開きの大きいひびわれのみ歴青材でシールしている。

8) 供用性状

本現場では雨天下での調査のため、路面状況の目視把握がやや不十分であるが、本現場のRCCP（供用年数、約2.5年）の供用性については以下のように感じた。

- a. 南地区、北地区ともRCCとしては同一配合のコンクリートを用いているとのことであるが、表面の荒れ具合では南地区の方が悪いように見受けられた。また、鉄輪ローラのローラマークが部分的に残っており（写真4-14～4-16参照）、高い敷均し密度を得ることの重要性をうかがわせる状況であった。
- b. 北地区には、フィニッシャの差を見るための比較施工を隣接レーンで行っているが、表面部の荒れ等の状況は高い敷均し密度の得られるフィニッシャを用いたレーンの方が明らかに良好な状況を呈していた（写真4-18参照）。しかし、発生している収縮ひびわれの本数には差は認められなかった。
- c. 発生している横ひびわれは7～10m間隔であり、各ひびわれの開きはあまり大きくないが、一部には2～3mm程度開いているひびわれも存在していた。なお、南地区のヤードのゲート付近部は5m間隔程度のひびわれが発生しており、このひびわれはいずれも歴青材でシールされていた。
- d. 施工ジョイント部の状況は、その他の部分より全般に細粒分の飛散による荒れがあり、ひびわれの角かけも生じているため、その位置は遠くからかなり明瞭に判る。しかし、全体としてこの部分の損傷が急速に発展しそうには見えなかった。
- e. 各横ひびわれ部、施工ジョイント部とも段差は見られずRCCPとしての構造的強さは十分に保持していると見受けられた。

以上のような観察結果と判断であるが、結論として本現場のRCCPは通常のコンクリート舗装と比較した場合、外観のやや悪い部分があるがその供用性能は十分であると判断され、この点は今後の検討課題の1つと感じられた。

(6) まとめ

以下に取りまとめたRCCPに関するアメリカの現況は、前項(2)～(5)に示したアメリカの各現場視察結果、その視察時に受取った資料並びに海外調査出発前に収集調査した各種文献の内容等から整理したものである。なお、西ドイツにある米陸軍キッチンゲン基地のRCCPも米陸軍工兵隊の仕様に基づいて施工されているので、その視察結果も本項に利用した。

1) 適用

a. 適用の理由

①重車輛(戦車含む)の駐車場、空港エプロン、ステラドルキャリアの走行路等、重量車輛や重輪荷重車と比較的低速走行するヤードの舗装に適用している例が多く、いわゆる道路への適用はまだ少ないのが現況である。

②この理由としてRCCPは、

イ. 通常のコンクリート舗装と同程度の耐荷性能を持っている。

ロ. 通常のコンクリート舗装よりも15～30%程度コストダウンできる。

ハ. 通常のコンクリート舗装よりも急速施工が可能で工事期間を短縮できる。

ニ. 通常のコンクリート舗装では施工しにくい天候下(例えば、暑中、寒中時や少量の雨の降る時等)においての施工の可能幅が広い。

③しかし、車輛が中・高速走行する道路には、

イ. 平坦性がやや不十分である。

ロ. 収縮ひびわれが発生する。

点が問題であると考えられているようである。

b. 適用経緯

①第1次(1973年)、第2次(1979年)のオイルショックを契機にRCCPの研究が開始されたが、RCCPの具体的な発展には陸軍工兵隊の力による所が大きい。

②陸軍工兵隊によるRCCPの実用化研究は1970年代中頃より始まり、1980年代に入り陸軍の重車輛駐車場への適用がなされた。

③この施工経験と供用性能実態を参考に空港エプロン、コンテナヤード等、重車輛用の舗装に順次RCCPの適用が広がっており、民間の施設や海外のアメリカ軍基地(例えば西独のキッチンゲン基地)にも適用が行われだしている。

④アメリカ空軍においても、空港関連舗装を対象としたRCCPの採択判定モデル(RCCPの採否を客観的に決定するための判定リストを提示している)を検討中でRCCPの適用にかなり積極的な姿勢を示している。

⑤アメリカにおけるRCCPの将来性に関し、「RCCPは開発の初期段階であり、舗装厚の設計、配合設計法の手順、品質管理の手順、適切な施工手順などが緊急に必要な状態である」とし、「陸軍工兵隊をはじめとする各種官公庁がこれらの領域の探究にイニシアチブを取っているが、RCCPがより発展するには有力な施工業者による施工とそれに伴う改善研究の実施が必要である」¹⁷⁾としている。

c. 適用箇所と実績

①1985年現在の実績で27万㎡であり、1986年には9万㎡の適用予定の工事があるとしている。この実績量はスペインの430万㎡、フランスの220万㎡に次ぐものであるが量的にはやや少ないといえる。

- ②適用箇所は、上記a.、b.に示すよう、重車輛及び重輪荷重車が比較的低速走行する部分の舗装に多く用いられている。このため、舗装箇所の形状は一般道路のように線状ではなく、矩形でかつ大面積であり、多数の舗装レーンの並列組合せで施工するという施工上の特徴がある。

d. 不利な事項

- ①政策面では特にないが、原油価格の低下状況によってはRCCPの経済的効果に影響が出てくると推察される。
- ②技術面では、RCCPを材料的、構造的に通常のコンクリート舗装と同様の性能があると見なしている傾向が強いが、
- イ. 供用期間のまだ短いものが多く、長期の供用性能に裏付けられた経験的判断ができない。
- ロ. RCCの配合設計法、RCCPとしての構造設計法等も明確なものが提示されていない。
- ハ. 多用途の舗装に適用するには、表面性状（平坦性がやや悪い、ひびわれが発生する）面の改善が必要である等の指摘がされている。
- なお、PCAのDavid J. Halpennyらが最近RCCPの舗装厚設計法を提示しているので設計例を資料－6に示した。
- ③但し、現在までの実績箇所では上記の問題点はまったく障害となっておらず、RCCPの適用によってもたらされるメリットの方が大きいとしている。

2) 設計

a. 標準設計

- ①舗設幅は最大で7～8m、一般に4～5mである。縦ジョイントをなるべく少なくすること、及びできるだけフレッシュジョイントにすることが重要である。
- ②舗装厚は通常のコンクリート舗装厚と同一厚さにするのが原則である。RCCPの舗装厚設計はPCAの設計法を準用している場合が多いようである。
- ③縦施工目地はアスファルト舗装のホットジョイント工法に該当するフレッシュジョイントをできるだけ採用するようにするのが原則である。施工上やむを得ない場合にはコールドジョイントとする。なお、施工後発生するひびわれへの対応として、カッター目地を形成することは原則として実施しない場合はほとんどである。
- ④横施工目地は基本的にはコールドジョイント工法と同様に施工し、ひびわれ対応のカッター目地も実施しないのが通常である。
- ⑤表面処理、アスコン表層のカバー等は原則として実施していない。これは通常のコンクリート舗装の場合と同様、RCCPは舗装の表面に露出させて使用するのを原則としているためで、表面処理層やアスファルトコンクリートでカバーする例は極めて少ない。

しかし、少数例だがテキサス州オースチンでは歴青表面処理したもの、アスファルトコンクリートをかぶせたものがあり、これは非常に良好な供用性を示しているとのことである。

b. 室内と現場間のRCCの特性の相違について

- ①RCCの配合設計法が明確にされていないこともあり、室内配合設計結果は実施工の前に実施する試験施工によって、締固め密度、表面性状、各種施工ジョイントの状況などの確認が義務付けられており、その結果により必要があれば修正するようにされている。
- ②試験施工の方法はかなり詳細に規定されており（資料－4参照）、配合設計で想定されていたRCCの

諸特性が実施工で大きく相違するというようなことは、極めてまれのようである。

3) 材料

a. 骨材

①材質

粗骨材は、碎石、玉砕、砂利、あるいはこれらの合成されたもの、細骨材は、天然砂、砕砂またはこれらの合成されたもので、いずれも使用実績のある骨材を用いるか、使用実績がない場合には、凍結融解に対する耐久性を確認してから使用することとなっている。

骨材の品質については、ASTM C 33の条件を満たすか、表-4.11に示した内容を満足するものであって、清浄、強硬で耐久的な骨材を用いるとしている。

表-4.11 骨材の品質規定

品質規定項目		試験方法	粗骨材	細骨材
粒子の形（細長扁平粒子）		CRD-C 119	20%	—
有害物	粘土塊及び脆弱粒子	ASTM C 142	2.0%	1.0%
	200番ふるい通過量	ASTM C 117	1.0%	3.0%
	軽量の粒子（比重2.0の液に浮くもの）	ASTM C 123	1.0%	0.5%
	粗骨材中の軟石粒	ASTM C 851	2.0%	—
安定性		ASTM C 88	18%	18%
凍結融解抵抗性		CRD-C 131	50以上	50以下
すりへり抵抗性		ASTM C 131	40%	—

その他、各州の交通局(DOT)仕様のアスファルト舗装用骨材(クラスB)を使用している場合もある。

②最大粒径と粒度

骨材の最大粒径は、13mm～20mmの範囲で使用している。

粒度は、その地域での実績をふまえた粒度を用いるようにしているが、一般にアスファルト混合物の粒度を適用しているようである。

b. バインダー

①セメントは、ハンドリングタイムや低収縮性を考慮して、ポルトランドセメント+フライアッシュまたはフライアッシュセメントを使用している。

ポルトランドセメントはASTM C 150のⅠ型あるいはⅡ型で、フライアッシュは、ASTM C618のFかCクラスのものとしている。

②セメントの使用量は、411 lbs/yd³(244kg / m³) から606 lbs/yd³ (360kg / m³) の範囲で使用している。

また、フライアッシュの混合割合は15～30%程度である。

c. 混和剤

混和剤は、凝結遅延剤としてASTM C 494のB型とするとしている仕様もあるが、今回調査した中では、使用している例はなかった。なお、文献によれば、混和剤の使用は、余り有効でないとする報告もあ

る。

4) 配合設計

a. 配合の決め方

- ①目標粒度に合うように、各骨材の配合割合を求め、単位水量は、修正プロクター突固め法（ASTM D1557のC法またはD法）によって得られる最適含水比から決定している。
- ②配合設計強度は、ASTM C 78による材令28日での曲げ強度を42～49kgf/cm²の範囲で設計しているものが多い。

b. 配合例

本調査でのRCCの配合例を示すと表-4.12のようであった。なお、配合の表わし方として、骨材を表乾状態とするか、絶乾状態とするかは、統一されていないようである。

表-4.12 配 合 例

調 査 箇 所		テキサス州	オレゴン州		ワシントン州
		フォートフッド 重 車 輛 駐 車 場	ポートランド 国 際 空 港 エ プ ロ ン	マルトノマー 郡 道 路	タ コ マ 港 インターモーダ ル ヤ ー ド
設 計 曲 げ 強 度 (kgf/cm ²)		45.7	49.0	42.0	49.0
粗 骨 材 最 大 粒 径 (mm)		16	13	13	16
配 合 (kg/m ³)	セ メ ン ト (タ イ プ)	174 (I 型)	289 (I 型)	325 フライアッシュ セメント 使用. 15%含有	268 (II 型)
	フライアッシュ (クラス)	70 (C)	71 (F)		60 (F)
	水	104	154 (6.7)	145 (6.3)	153 (6.5)
	骨 材	2180	1927 ※	1960 ※	2021 ※

注1. 表中水の()内は、含水比を示した。

注2. 表中骨材の※印は、絶乾状態の骨材量を表わしている。

5) 現場施工

a. 準備工

①製造プラントのタイプと特徴

製造プラントのタイプは、バッチ式または連続式の2軸パグミルミキサの使用が多いが、連続式ロータリードラムミキサを使用する場合もある。製造能力は、500t/h程度のものを有している。なお、陸軍工兵隊の仕様では、バッチ式または連続式の2軸パグミルミキサの使用を義務づけている。

②材料の計量誤差

陸軍工兵隊の仕様によると、プラントでの材料の計量許容差は表-4.13のようである。

③ダンプトラックによる運搬時間の限度

米陸軍工兵隊の仕様では、仮設プラントの設置が前提となっているため、プラントの位置を舗設現場から15分以内としている。また、別の仕様では、混合から敷均しまでの時間を30分以内としている場合もある。

b. 敷均し

- ①敷均しには、可能な限りアスファルトフィニッシャを用いて行うが、ブルドーザやモータグレーダによ

表-4.13 材料の計量誤差(%)

材 料	バッチ式	連 続 式	備 考 (セメントコンクリート舗装要綱)
各セメント系材料	1.0	2.0	2
水	2.0	3.0	1
各 個 別 の 骨 材	3.0	4.0	3
全 骨 材	3.0	—	—

る場合もある。但し、後者の場合、平坦性、ジョイントの処理等に問題があるようである。今回調査した現場では、いずれもアスファルトフィニッシャーを用いているが、特に、高密度締固めスクリード付きフィニッシャーを使用した例が多い。

- ②敷均しの厚さは、通常型フィニッシャーの場合、良好な仕上りと平坦性を得るには、一層27cmが限界であったと報告されていることから、概ね25cm以上では2層で、これ以下では1層で施工されていると推測される。なお、本調査結果では、20cm以下の場合1層で、30cm以上では等厚の2層で敷均している。
- ③2層で敷均す場合は、上層の敷均しを、下層の転圧終了後から60分以内に行うようにしている。また、下層と上層の縦方向のジョイントを4cm程度ずらして敷均し、荷重伝達効果を期待する場合もある。
- ④敷均しの端部は、フィニッシャーのアタッチメントにより7.5～15°のテーパをつけ、転圧まで端部が安定するようにしている。

c. 転圧

①転圧機械及び転圧方法

イ. 転圧機械は、振動ローラ、タイヤローラ、タンデムローラ等を使用し、これらを組合せて用いたり、振動ローラ1台で行っている場合もある。組合せて使用する場合は、初期転圧として振動ローラ（10～15ton）、二次転圧はタイヤローラ、仕上げ転圧にタンデムローラを用い、振動ローラ1台では、初期転圧として無振、二次転圧を有振として行っている。

なお、転圧パターンについては資料-5を参照されたい。

ロ. 転圧方法は、最初に、舗設レーンの両端を外縁から転圧輪を2.5～5cm外に出して転圧し、RCCの側方への移動を防ぐようにする。次に、残された中央部を転圧する手順で行う。

ハ. 米陸軍工兵隊の仕様によると、転圧開始時間は敷均しから10分以内、転圧終了時間は敷均しから45分以内としている。また、隣接レーンをフレッシュジョイントとする場合は、60分以内に同時転圧をするようにしている。

②転圧密度とその測定方法

転圧密度の目標は、98%以上としていることが多い。密度の測定は、RI密度計を用いて、転圧中及び転圧後の密度管理を行っている。なお、密度は、厚さ方向の上層部と下層部に分けて測定している場合もある。

d. 目地

- ①目地は、縦、横とも単純な突合せ目地で、アメリカの場合、カッター目地等は、全くといって良いほど設けていない。西ドイツのキッチンゲン基地では、25m間隔にカッター目地（目地幅：7～8mm、深さ：50mm程度）を設け横方向収縮目地とし、また、構造物との突合せは、目地板を貼付け縁切りしていた。

②フレッシュジョイントの施工方法は、先行レーンの外縁から30～45cm程度を未転圧部分としておき、次のレーンを敷均した後に、ジョイント部を同時転圧して行う。

③縦、横の施工ジョイントは、可能な限りフレッシュジョイントとするが、施工上やむを得ずコールドジョイントとする場合は、次の手順で施工している。(イ) 隣接レーンの外縁部をモータグレーダのブレード等で垂直になるよう除去する。(ロ) 垂直面を湿らせた後、新しいRCCに突合わせて舗設する。(ハ) 敷均しは、余盛を通常25%程度取り、隣接レーンに5～7.6cm程度オーバーラップさせて行う。(ニ) オーバーラップさせたRCCはレーキ等で新しいRCC縁まで戻し、新、旧レーンを同時に転圧する。なお、フレッシュジョイント及びコールドジョイントの施工方法の詳細は、資料-4～5を参照されたい。

e. 表面処理

施工直後における表面処理は、通常行っていないが、テキサス州オースチンでは歴青表面処理した例もある。なお、メンテナンスとしては、ポートランド空港の場合のように、表面保護（防水）及び凍結融解抵抗附与のためのゴム入りタールによる全面シールを行った例もある。

f. 養生

①養生システム

養生システムとしては、(イ) 1～3日間噴霧養生後、スプリンクラー等による散水養生。(ロ) 1日間噴霧養生した後に、被膜養生剤散布。(ハ) 被膜養生剤散布のみの3通りがあるが、一般には(イ)の普通コンクリート舗装と同様な養生方法としている。なお、交通開放が急がれる場合には、(ロ)、(ハ)を利用しているようである。

②供用開始の日数

供用開始の日数は、養生日数に制限を受けない箇所への適用が多いため、通常1週間の養生後に供用開始としている。

③暑中及び寒中施工

米陸軍工兵隊の仕様では、暑中施工として、気温が35℃を超える場合は、(イ)凝結遅延剤を使用する。(ロ) 打設直前に路盤面に散水しておく。(ハ) RCCの骨材や水を冷して用いる。(ニ) 舗設速度を30m/h程度の速さで連続して舗設するなどの配慮をする。

また、寒中施工としては、気温が4.4℃以下では施工を行わないこととしている。また、舗設後、72時間は10℃以上でRCCを養生するようマットがけ等の方法をとる。

6) 品質管理

a. 配合管理

配合管理として、プラントで、粒度、含水量、セメント量等の管理を行っている。コンシステンシー管理としては、振動ハンマ等でRCCの締固めを行い、配合確認を行っている場合もあるようである。

b. 密度

密度の管理方法として、室内で基準密度版(61×61×38cm)を作製し、これと現場での密度を対比させている場合もある。

c. 平坦性

平坦性の規格値として、3m定規で10mm以下、西ドイツのキッチンゲン基地では、3m定規で6mm以下としている仕様であるが、視察した結果では一部を除いてほぼ満足しているといえる。

アメリカでは、RCCPを表層として用いているが、用途として重車両駐車場やインターモーダルヤ-

ドがRCCPをより多様な用途に適用するためには、施工面での改良が必要とされている。

7) 供用性等

a. ひびわれ間隔など

供用1年以上の現場でみると、横収縮ひびわれは、5～15mの間隔で発生しているといえるが、現場毎にその間隔が異っている。

例えば、タコマ港インターモーダルヤードでは5～6m間隔の箇所と7～10m間隔の箇所があり、ポートランド空港エプロンでは約30m間隔、マルトノマー郡道路では8～10m間隔の箇所と3～5m間隔の箇所がある。

これらの違いは、施工時期、気候条件（温度差、湿度の程度等）の他、荷重条件（重さ、交通量等）も影響していると思われる。

西独キッチンゲン基地重車輛駐車場では、25m間隔に横方向カッター目地を入れているためか、横収縮ひびわれはほとんど発生しておらず、カッター目地の採用が有効であることを示していた。

b. その他の表面性状等

イ. 表面強度について言及したものはないが、養生方法等からみて通常のコンクリート版と同程度と考えているようである。

ロ. 表面劣化は、施工ジョイント部に見られる例が多く、施工時の密度が十分でなかったと思われる箇所に散見される。このような場合に対して、表面処理的なもので対処しようとする考えは少ないようである。但し、ポートランド国際空港の場合のように、供用後2年経過した時点で、表面の荒れ対策及び防水のために、ゴム入りタールにより全面シールを実施した例もある。

ハ. 凍結融解抵抗性については、調査した範囲内ではRCCPが凍結融解によって劣化していた様子は見受けられなかった。カナダのブリティッシュコロンビア州におけるRCCPの寒冷地への適用結果では、凍結融解作用に対して、特に問題が無いとしている。また、陸軍工兵隊の水路実験所では、実施工されたRCCPから切取り供試体を採取し、これにより室内評価を行った結果RCCPの凍結融解抵抗性は、RCC内の気泡間隔係数によって判定できることなどが明らかにされている。これを要約すると以下のようである。

- ・凍結融解抵抗性が有る……………気泡間隔係数が0.28mm以下
($DFE_{300} \geq 60$)
- ・凍結融解抵抗性の……………気泡間隔係数が0.28～0.41mm
境界域 ($40 \leq DFE_{300} \leq 60$)
- ・凍結融解抵抗性が無い……………気泡間隔係数が0.41mm以上
($DFE_{300} \leq 40$)

8) 打換え等、修繕

ポートランド国際空港では、横方向のコールドジョイント部の施工に問題があったため、この部分については、50～60cm幅で普通コンクリートにより打換えた例があったが、その他、特に打換え等の大規模な修繕は行われていないようである。小規模な補修としては、ポートランド国際空港やタコマ港インターモーダルヤードでみられたように、縦目地部や横収縮ひびわれ部のシールを部分的に行っている程度であった。

9) 今後の展望

アメリカにおけるRCCPは、軍用駐車場、空港エプロン、コンテナヤード等、重車輛が比較的低速走行す

る箇所への適用が多いことから、RCCPの欠点ともいえる表面性状（平坦性がやや劣る、ひびわれが発生する）をあまり問題とせず、長所（低価格、急速施工性）が十分生かされる使われ方をしているのが特徴であるといえる。

RCCPの将来性に関しては「RCCPは、開発の初期段階であり、舗装厚の設計、配合設計法、品質管理手法、適切な施工方法などの確立が緊急に必要な状態である」とし、「陸軍工兵隊をはじめとする各種官公庁がこれらの探究にイニシアチブを取っているがRCCPがより発展するには、有力な施工業者による施工とそれに伴う改良研究の実施がこれからは重要である」としている。

このようなことから、アメリカにおけるRCCPは、今後とも増加の傾向をたどると推察される。



アメリカにおける視察写真



写真4-1 RCCP施工現場。重車輛駐車場の状況。
中央の建物は重車輛の修理場

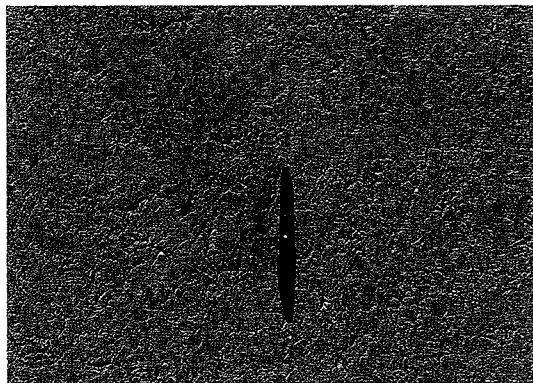


写真4-2 表面性状:細かな筋があるが、全般的に緻密で平坦な仕上がり。

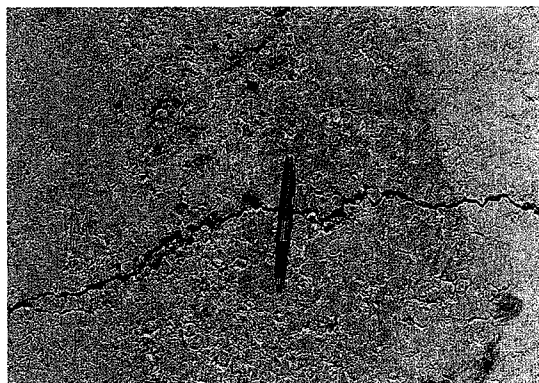


写真4-3 横断に発生したひびわれ。ひびわれ間隔は約30m、ひびわれ幅は全般的に1~2mm、最大で3~5mmであった。

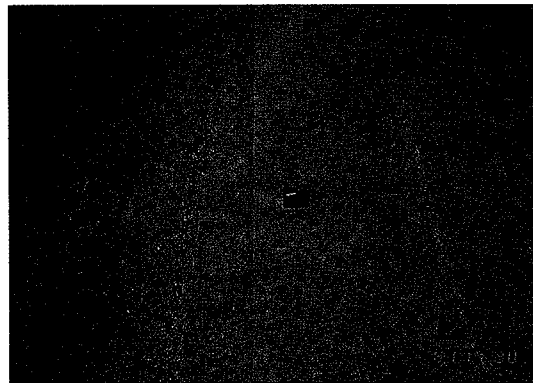


写真4-4 縦方向のコールドジョイントの一部（写真中央）。及びアスファルトフィニッシャーのワイドナー接続部に発生した縦筋（写真右）

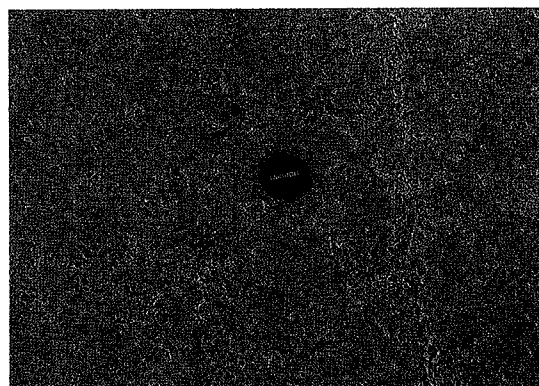


写真4-5 施工時の引きずりによるヘヤークラック（フェザークラック）

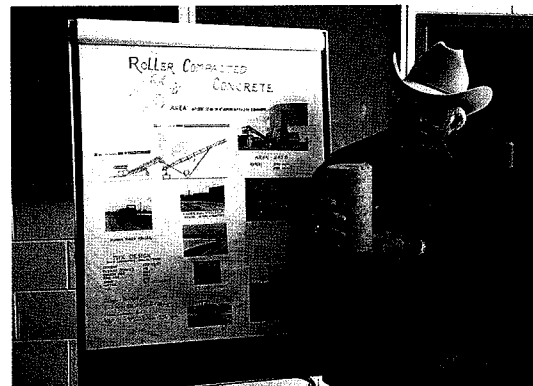


写真4-6 現場における説明状況。手にしているコアはRCCP現場切取供試体

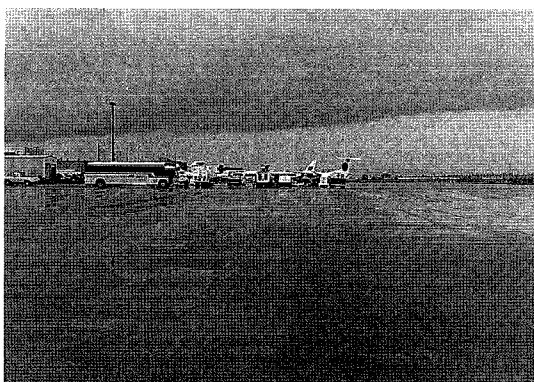


写真4-7 RCCP施工現場。ポートランド空港エプロン（視察当日は雨天）。表面は維持修繕により全面がゴム入りタールでシールされている。



写真4-8 横方向ジョイント部の補修箇所。
RCCP施工延長のほぼ中央部、全横断幅が通常のコンクリートで打換えられている。（写真中央）

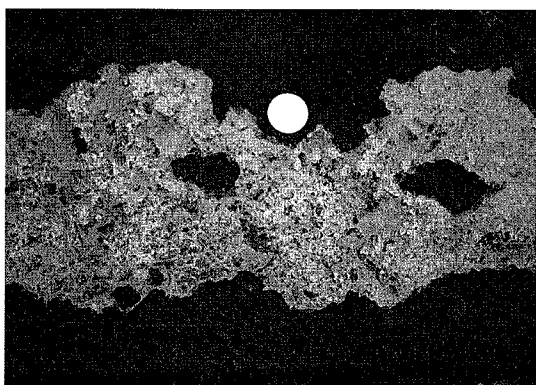


写真4-9 表面にシールされたゴム入りタールが剝離した部分



写真4-10 RCCPの現場切取コア



写真4-11 マルトノマー郡道路・RCCP施工現場の状況



写真4-12 横断ひびわれの発生状況



写真4-13 表面性状およびひびわれ状況。ひびわれ部に立てているのは事務用ボールペン



写真4-14 タコマ港インターモダルヤード南地区RCCP施工現場全景



写真4-15 RCCP側端部の状況(写真4-14の右端)



写真4-16 表面性状:中央の縦すじは縦方向フレッシュジョイント部



写真4-17 タコマ港インターモダルヤード北地区RCCP施工現場全景



写真4-18 同左・表面性状

5. カ ナ ダ （西部地区）

(1) 背 景

カナダ西部地区におけるRCCPの発端は、1972年に施工されたセメント安定処理路盤(アスファルトコンクリート5 cmカバー)が超重交通下で非常に良好な供用性を保っていたことにヒントを得たものである。

本地区においてRCCPが最初に施工されたのは、1976年バンクーバーのカイカスにある林業会社の貯木場である。当時の貯木場はアスファルト舗装と砂利路面であったが、砂利路面に関しては木屑処理の問題、そしてアスファルト舗装は丸太運搬機の輪荷重が非常に大きいこと、運搬機等の油漏れが多いことなどから舗装面の損傷が非常に大きくなるという問題を持っていた。これら問題点を解決するものとして採用された舗装がRCCPである。このRCCPは非常に良好であり1970年代後半にはこれが契機となって林業会社の貯木場など構内舗装にRCCPが相当量施工されるようになった。

その後1983年には、ブリティッシュコロンビア州タンブラーリッジのブルーモアーで石炭置場及びその運搬道路、1984年にはフレーザー河河口のドッグへの進入道路、1985年にはバンクーバー郊外のトラックターミナルと超重荷重の舗装を中心に適用範囲が徐々に広がってきた。そして、1987年10月にはブリティッシュコロンビア州ウィリアムズレイクの州道に試験施工が実施された。

このようなカナダ西部地区におけるRCCPの発展は、カナダポルトランドセメント協会が中心となって進めているようである。

今回の調査は、これらの現場のうちバンクーバー郊外にあるジョンストン社のトラックターミナル、フレーザー製材工場の2ヶ所を視察した。

以下にこれらの調査結果を報告する。

(2) ジョンストン社トラックターミナル

1) 現地調査の概要

日 時：1987年12月3日

場 所：Vancouver, B. C., CANADA

案内者：Kathleen D. Gissing（カナダセメント協会西部地区担当）

2) 工事概要

施工現場は、ジョンストン社のトラックターミナルでセミトレーラ及び自家用車の駐車場として使用されている。工事の概要を以下に示す。

施工時期：1985年9月

施工面積：約2,000 m²

また、当現場の状況は写真5-2～5-7に示すとおりである。。

3) 経緯

セミトレーラ駐車場の既設アスファルト舗装が破損し補修する必要があった。補修工法にRCCPを採用した第一の理由は、アスファルト舗装と比較してイニシャルコストが安いことが挙げられる。

また、メンテナンスコストを低減させるため、新規舗装には以下の条件が要求されていた。

- ・路床の支持力が小さくても耐久性がある
- ・セミトレーラの油漏れに対して耐油性がある

- ・セミトレーラの荷重により塑性変形しない

更に、作業日が休日の3日間に限定されたため、急速施工、早期交通開放が望まれており、RCCPが採用されるに至った。

当時、カナダ西部地区では、貯木場、貯炭場、鉱石運搬路等の超重車輛が走行する箇所へRCCPを適用していたが、商業地区の駐車場の実績はなく、コマーシャルベンチャーとしてデモンストレーションを兼ねて採用された。

早期に供用開始できる等のRCCPの長所が生かされて使用者側の要望に応えることが可能となった現場といえる。

4) 設 計

a. 舗装断面

当該現場で採用された舗装断面を図-5.1に示す。RCCPの舗装厚は22.5cmで粒状路盤は既設アスファルトコンクリートの撤去後に残った路盤材を締固めたもので厚さは不明である。路床はシルト質粘土で支持力は小さい。

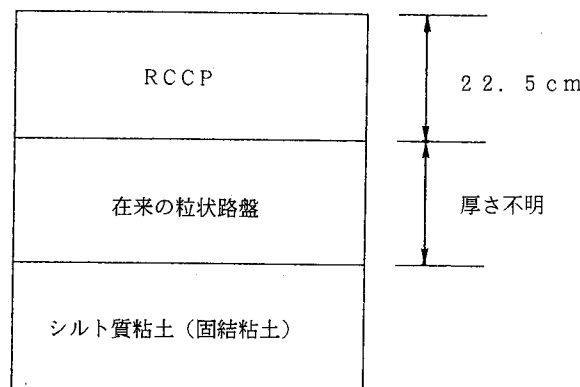


図-5.1 舗装断面図

b. 設計法

当該現場の設計法は不明であるが、超重車輛が走行する箇所の構造設計は、PCAの空港舗装厚設計法を採用している。

c. 目地

車輛が低速走行のため、当該現場ではランダムクラックは問題とならないので目地は設けていない。

5) 配 合

a. 配合設計法

一般にRCCの配合設計法は、ソイルセメントと同様に締固め試験（修正プロクター法）により最適含水比を決定する。

b. 使用骨材及び配合

配合の詳細は不明であるが、骨材の最大粒径は3/4インチ(19mm)、0.075mmフルイ通過量は10%である。セメントは普通セメントを使用し、セメント量は12%(骨材重量に対する割合)である。水セメント比は30%で、AE剤は使用していない。また、フライアッシュは、別サイロを必要とし、計量にも費用がかかるため、小規模な当該現場では使用していない。

c.強 度

RCCの強度は、普通コンクリートと同程度であり、切取コアの圧縮強度で35MPa（約357kgf/cm²）が得られた。（材令不明）

6) 施 工

a.準備工

既設アスファルトコンクリートを撤去し、一部に残った既設路盤材を不陸整正の上締固めた。

b.混合、製造

RCCの製造プラントはソイルプラントを使用し、パグミルミキサで混合されたが型式等は不明である。

c.運 搬

RCCはダンプトラックで運搬され、運搬時間は約20分であった。

d.敷均し

工事は、アメリカのポートランド空港、タコマ港等多くのRCCP施工実績を持つ「Jack Cewe社」（カナダ・バンクーバー）によって施工された。敷均しには、ダブルタンパ付きアスファルトフィニッシャ（ABG社タイタン410）が使用された。ダブルタンパ付アスファルトフィニッシャによる施工では、敷均し時に93%、転圧後に98%程度の締固め度（基準密度は修正プロクター法による）が一般に得られる。

e.転 圧

RCCの転圧には、初転圧に鉄輪振動ローラ、2次転圧にタイヤローラが使用された。タイヤローラによる転圧は表面の肌目を密にするために重要であるが、当該現場では、タイヤローラによる転圧が不十分で一部に表面の緻密でない部分が発生している。

f.目地

施工箇所は約30m×60mの矩形で小規模な工事であり、概ねフレッシュジョイントと考えられる。一般にコールドジョイントは、若材令時に端部から30cm程度をモータグレーダ等で垂直にカットする。

g.養生

養生は、散水養生を実施したが、作業日が限定されていたため、2日間程度であったと推測される。一般には、1週間程度の散水養生であり、他にアスファルト乳剤、被膜養生剤も使用されている。

表面保護層は設けずにRCCPを表層として使用している。前述の理由から施工直後に供用されている。

h.維持修繕

施工後約2年経過し、縦施工目地の開き、横方向収縮ひびわれが発生しているが補修跡はまったくない。通常ラベリングした箇所は撤去し、レディーミクストコンクリートで打換える。

7) 供用性

a.収 縮

横方向収縮ひびわれは、5～20m間隔でランダムに発生しており、5m及び10m程度の間隔が多い。また、横方向ひびわれは、横断方向にはほぼ全レーンに貫通している。ひびわれ幅は、最大で10mm程度（縁部がスポーリングしている）である。フレッシュジョイントで施工された縦施工目地は全てひらきが生じている。

b.表面性状

フィニッシャの引きずり跡が若干みられるが、表面の肌目は比較的密である。段差はなく、平坦性もほぼ良好で、セミトレーラの駐車場としては、全般的に良好な路面性状を維持している。

(3) フレーザー製材工場

1) 現地調査の概要

年月日：1987年12月3日

場 所: Fraser Mills, Coquitlam, B. C. CANADA(図-5.2)

案内者: Kathleen D. Gissing ;カナダセメント協会 (西部地区担当)

: W. G. (Bill) Conolly ;製材工場『Crown Forest社』の技術者

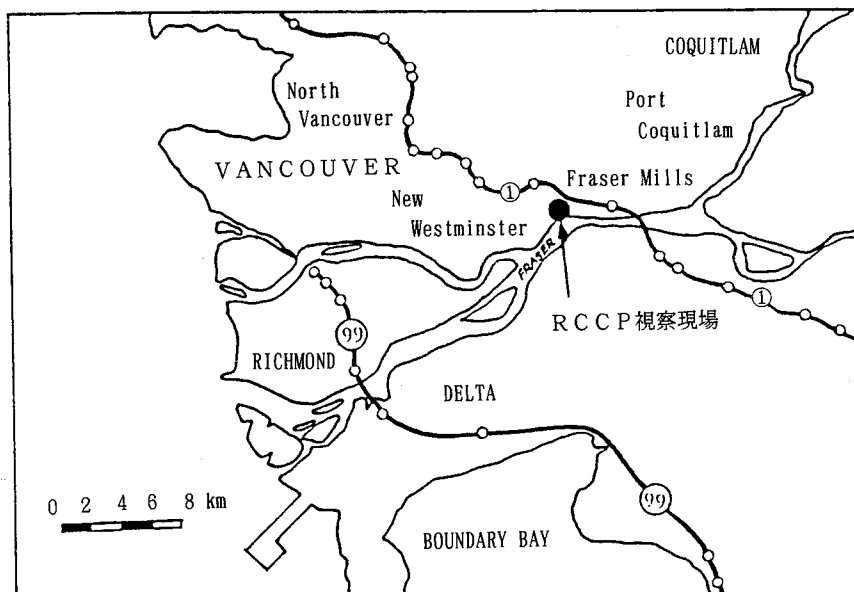


図-5.2 フレーザー製材工場位置図

2) 工事概要

視察したRCCP施工現場は、ブリティッシュコロンビア州バンクーバー郊外にある製材工場『Crown Forest社』の貯木場である。

当現場の工事概要は以下に示すとおりである。

施工時期：1979年、1982年、1983年

施工面積：2 エーカー (約8,000㎡)

この貯木場は、隣接するフレーザー河より陸揚げされた原木(直径1m程度)を製材するまで一時的にストックしておく場所として使用されている。(写真5-9参照)

原木の運搬は、写真5-9に示すような専用のフォークリフトが使用されている。このフォークリフトは自重約65ton、積載量約50tonであるが、舗装に働く荷重は図-5.3に示すように合計115tonのほとんどが前2輪に作用するため、かなりの重荷重といえる。

なお、余談ではあるが、この工場では主に2×4工法に使用する材木を製材しており、その材木は日本など世界各国に輸出されているとの事である。

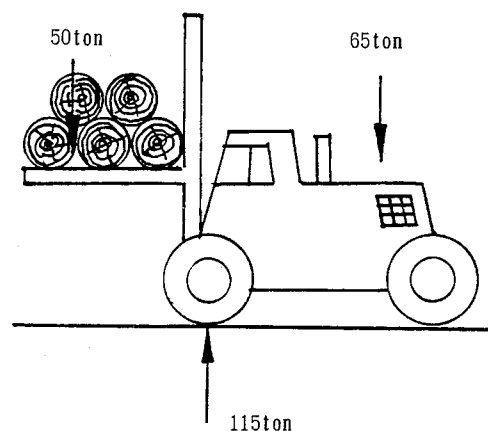


図-5.3 載荷荷重概略図

3) 経 緯

a.採用理由

この現場では、より経済的な剛性舗装とするために通常のコンクリート舗装の代替としてRCCPが採用された。こういった貯木場にアスファルト舗装を採用すると、イニシャルコストの低減は可能となるが、耐久性の面を考慮するとランニングコストが増大する欠点がある。特に、フォークリフトで原木を挟む場合、アスファルト舗装では舗装が傷つき損耗してしまう事や、舗装上に散乱した木屑を集めて焼却する場合に不利である。

その点コンクリート舗装はイニシャルコストは増大するものの、静止荷重に強いといった長所に加え、そういった利用者側の使用上のメリットが大きく、さらにランニングコストの低減に大きく寄与する。RCCPはこうしたコンクリート舗装の長所を活かし、かつイニシャルコストを低減する目的で採用されたもので、その供用性やランニングコストはコンクリート舗装と同等であると判断したようである。

特に民間会社である『Crown Forest 社』にとっては、RCCPを採用する事によりイニシャルコストを低減できる事に大きな魅力を感じたものと思われる。

b.経済性

RCCPの経済性はカナダ西部地区における一般的な比較において、コンクリート舗装より25%程度安価で、アスファルト舗装と同程度である。しかし、前にも述べたとおりランニングコストも含めたトータルコストでは、RCCPはアスファルト舗装より遙かに有利であるとの説明であった。

c.長 所

この視察現場におけるRCCPの長所は、利用者側の使用上のメリット、すなわち、

- ・舗装する前、フォークリフトには4輪駆動システムが必要であったが、舗装後は2輪駆動システムでも走行が可能となった事で、機械経費を削減することができた。
- ・同時に機械の損傷も大幅に減り、機械修理費を50%削減することができた。

とConolly氏は強調していた。

上記の長所は、RCCPに限らず例えばコンクリート舗装でも同様であるが、やはり同様の効果をより低いイニシャルコストで得られる点がRCCPの大きな長所と言えよう。

4) 設 計

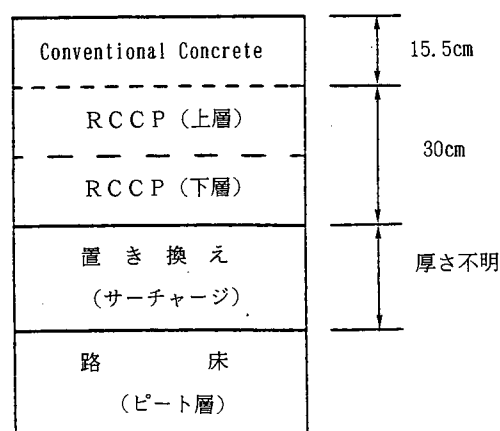


図-5.4 舗装断面図

a. 舗装断面

この現場で採用されたRCCPの舗装断面を図-5.4に示す。

RCCPの施工厚は30cm（2層施工）で、表層には通常のコンクリート舗装15.5cmが採用されている。

表層にConventional Concreteを採用した理由は、比較的初期のRCCPであったこともあり、RCCPの仕上り面が粗になった場合、RCCPの表面が重車輛の低速でのハンドルの据え切りに充分耐えうるか不安があった為であり、現地ではTop Concreteと表現している。

b. 設計法

この現場でのRCCPの舗装は、荷重が115tonの重車輛であった事や、カナダにおいて比較的初期のRCCPであったことから、重車輛用セメント安定処理と通常のコンクリート舗装の経験に基づいて設定された。また、RCCP及びConventional Concreteを一体構造（合計45.5cm）として考え設計しているようである。

c. 目地

Conolly氏の説明によると、当初RCCPの収縮ひびわれは、カッター目地によって誘導する方法を試みたが、Conventional Concreteとの収縮量の差もあって十分な効果を得ることができず、それ以後の施工においては自然発生にまかせ、特別な処置は実施しなかったとの事である。

カッター目地の効果については、この現場で使用したアスファルトフィニッシャーでは敷均し時の材料分離や締固め密度の不均一なども収縮ひびわれを誘導できなかった原因の一つとして考えられているようである。

Conventional Concreteは、通常のコンクリート舗装と同様な目地設計を行ったと思われるが、横収縮目地は縦施工目地に対して直角(90°)に配置するより、斜め(例えば45°)に配置した方が供用性は良好であったであろうとConolly氏は判断している。

この理由は、図-5.5に示すようにRCCPの収縮ひびわれに対して十分な支持力が得られると同時に荷重伝達を分散しConventional Concreteのひびわれ段差の発生防止に有効であろうと述べていた。

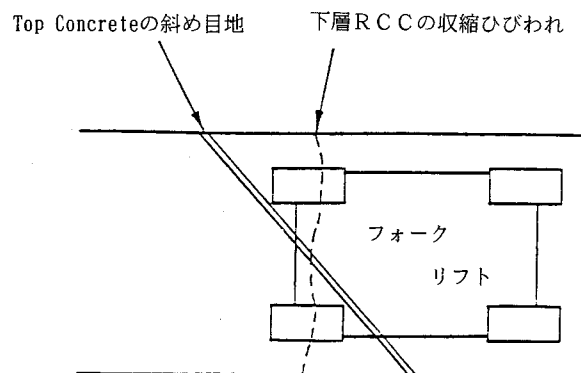


図-5.5 斜め目地の効果

d. Top Concrete

前述のように、この現場では表層仕上げとしてConventional Concreteを採用している。これは本工事がRCCPとして比較的初期の工事であったこともあり、RCCPの仕上り面の耐久性に不安があったための処置であるが、この事によってRCCPの長所、すなわち経済性や養生期間の短縮といった面が大きく損なわれていると思われる。現場での供用状況から判断すれば、例えばスペインで行われていたヘリコプタ仕上

げ(RCCP表面にセメントスラリーを散布して機械ゴテで仕上げる方法)などで対処するか、上層のRCCをよりリッチな配合にするなどの処置で充分表層として供用できるものと考えられる。

この問題については、日本においてもRCCPを適用する上で重要な検討課題となろう。

5) 配 合

a. 配合設計法

RCCの配合設計法は、ソイルセメントと同様にRCCの締固め密度が最大となる最適含水比(O.M.C.)を求めることが基本となっている。

なお、最大密度を得る場合の締固め方法は、修正プロクター突き固め試験で行っている。

b. 使用骨材及び配合

この現場ではRCCPを2層で施工しているが、下層RCCPと上層RCCPでは使用骨材及び配合が異なっている。

下層のRCCは、最大粒径40mmの粗骨材を使用し、セメント量は7～8%となっている。一方上層のRCCは、骨材最大粒径を22mm、セメント量を12～14%とし、仕上り精度を高めている。

骨材粒度の詳細は不明であるが、下層上層とも#200(0.074mm)フルイ通過量は14%以下となっている。

単位水量は各配合における最大密度が得られる最適含水比(O.M.C.)が採用されているが、その数値は不明である。RCCではW/Cといった表現は用いないが、あえてW/Cで示すとW/C=26%～36%程度であるとGissing氏は説明していた。

使用したセメントは普通ポルトランドセメント単味であり、フライアッシュ等の混和材は使用していない。これはこの現場の施工規模から判断してプラントに混和材のための新たなサイロを設置するだけの経済的メリットが得られなかったためである。しかし、比較的大規模な工事では使用されており、その使用量はセメント量の20%以下である。

c. 強 度

この現場における切取りコアあるいは品質管理でのRCCPの実測強度は不明であるが設計では圧縮強度 $\sigma_c = 35\text{MPa}$ (約357kgf/cm²)を採用している。

5) 施 工

a. 準備工

Conolly氏の説明によると、この現場の路床はピート層であり河岸ということもあってかなり軟弱な路床であったと予測される。路床のピート層は、隣接するフレーザー河より採取した川砂で置換え、約2年のサーチャージを実施したとの事であった。(施工箇所全面に実施したか一部分に実施したかは不明)

b. 混合・製造

RCCの混合・製造の詳細は不明である。

カナダでは一般的に能力300t/h程度の2軸パグミル型のソイルミキサが使用されているようである。

c. 運 搬

運搬は通常ダンプトラックで行い、この現場での運搬時間は20～30分程度であった。

d. 敷均し

RCCPの施工は『Jack Cewe社』(既出)が行った。この現場はこの会社にとって比較的初期のRCCP施工現場であったため、敷均しにはアメリカ製のアスファルトフィニッシャー(Barber Green SA-190型)を使用した。しかし、この機械では十分な締固め及び均一な仕上り面が得られなかった。

RCCの敷均し機械にはABG社(西ドイツ製)のようなダブルタンピングシステムを備えた機械が望ましく、以後の工事においてその施工能力を確認したとのことであった。さらに、Gissing氏によると最近ではBarber Green社がRCCPの施工に使用するためフィニッシャの改造を行っているとのことであった。

また、下層のRCCの敷均しにはモータグレーダが使用される場合もある。

e. 転圧

RCCの転圧には初転圧として10ton程度の振動鉄輪ローラを使用し、次に15ton程度のタイヤローラを使用している。一般に転圧回数は6～8回程度で締固め度98%以上が得られているとのことであった。

f. 目地

横施工ジョイント及び縦施工ジョイントの施工方法は不明である。

g. 維持・修繕

表層のConventional Concrete表面にはかなり大きなひびわれが認められたが、特に補修は実施されていない。

6) 供用性

視察現場の供用状況を写真5-10～12に示す。写真5-10はフォークリフトが頻繁に走行する箇所(図-5.6参照)である。ここは、1979年に施工された箇所では表層のConventional Concreteには、比較的大きなひびわれが発生している。そのひびわれ状況は写真5-11に示すとおりである。

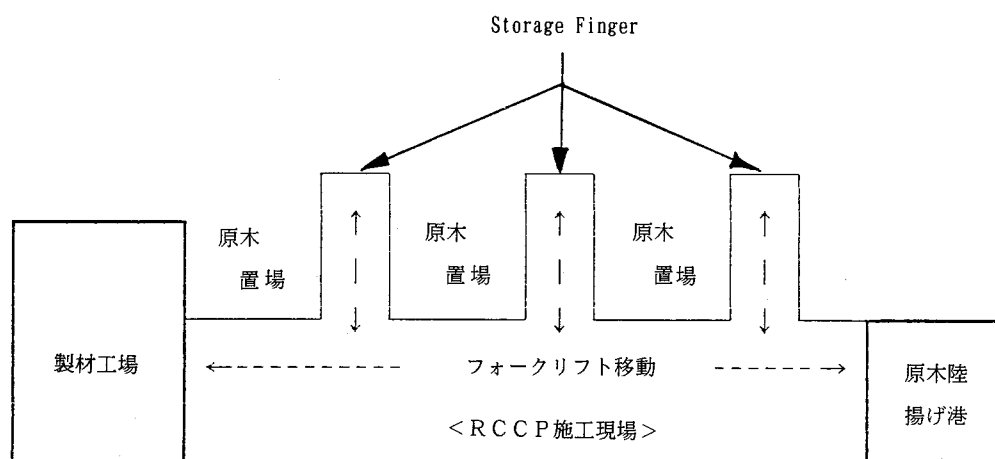


図-5.6 視察現場見取り図

写真5-11から、ひびわれ幅及び段差とも比較的大きいことがわかる。この原因としてConolly氏はRCCPと表層のConventional Concreteの収縮率の差が大きく影響していると考えているようである。

しかし、前にも述べたとおり、走行するフォークリフトのタイヤの直径が非常に大きいことや走行速度も低いことなどから走行性には大きく影響していないようである。

写真5-12は1983年に施工されたStorage Fingerである。写真5-12のStorage Fingerは比較的良好な供用性を示している。これは供用年数が比較的小さいこともあるが、場所がStorage Fingerであるためフォークリフトの走行頻度が少ないことも関係しているようである。

この他、摩耗、凍結融解、表面性状などについては表層がConventional Concreteであるため省略する。

(4) まとめ

今回のカナダでの調査は主としてバンクーバーを中心としたカナダ西部地区に限られており、東部地区あるいはカナダ全体の現況は不明ではあるが、現地視察とカナダポルトランドセメント協会のカナダ西部地区の支局長である Robert W. Piggott氏による文献等を参考にして取りまとめると下記のとおりである。

参考文献

- R. W. Piggott, O. O. Nass; R. C. C. P in British Columbia, Canada. (ASCE 5. 1985)
- Canadian Portland Cement Association; R. C. C. for Pavement
- R. W. Piggott; Ten Years of Heavy-Duty Pavement in West Canada(Concrete International 2. 1987)
- R. W. Piggott; R. C. C for Heavy-Duty Pavement; Past Performance Project. Recommended Construction Methods

1) 適用

a. 適用の主な理由

カナダ西部地区においては林業が盛んで陸上材木選定場が多数存在し、その路面は砂利敷あるいはアスファルト舗装がされていたが、以下の不利な点が大きな問題となっていた。

①未舗装の砂利敷表面は、

- 材木屑回収の際に砂利までが喪失してしまう。
- 砂利混じりの材木屑は焼却が不可能である。

②アスファルト舗装では、

- 高温の夏期に流動が起きやすい。
- 油脂漏れによる損傷が多く発生する。
- 運搬機の輪荷重が大きいため損傷を受けやすい。

これらの問題点を解決する代替舗装方式としてRCCPが考えられると同時に超重荷重に（例えば代表的な大型フォークリフトの軸重は100tonもある）耐え得る舗装として採用されたものである。

b. 適用経緯

カナダ西部地区においてRCCPが特に超重荷重舗装として発展した理由は、当初海岸に所在していた材木選定場から材木屑が水中に流出しないようにとの州政府の強い指導から、陸上の材木選定場の設置が急速に促進されたことである。しかし大部分は砂利敷、あるいはアスファルト舗装で施工されたため、aの適用理由で述べたような不利な問題を抱えることとなった。RCCPが過去のセメント安定処理路盤の実績等から殆ど全ての問題を解決できるものとして適用された。カナダ西部地区では、1970年代のRCCPを初期のものとし、1980年代に入ってからのもを本格的に進歩したものとしている。

c. 適用箇所と実績

①1970年代

殆ど材木選定場、あるいはそれに係わる道路に超重荷重舗装として施工されており、下記の施工例がある。

イ. 1976年、ブリティッシュコロンビア林産物(株)がバンクーバー島カイクスにカナダ西部地区の最初のRCCPを施工。16,000m²

ロ. 施工年不明、マックミランブローテル社がクィーンシャロット島に4ヶ所、北バンクーバー島に1

ヶ所を施工。面積不明

ハ、1979年、クラウンフォレスト社がバンクーバー、ユキトラムに1ヶ所を施工。面積不明

ニ、1979年、クラウンフォレスト社がコクイットラムのフレーザー工場に施工。8,000㎡

②1980年代

RCCPの使用が林業関係からさらに拡大されて、軍用の施設、コンテナヤード、空港、重機材貯蔵場に広く採用されてきている。1985年末現在、カナダ、米国において合わせて120万㎡以上の実績があり、その70%が1984～1985年の2年間に建設されたものである。さらに40万㎡のプロジェクトが設計、あるいは建設の段階にあるといわれる。1980年代のカナダ西部地区の代表的な例として以下の4件がある。

イ、1983年、ブリティッシュコロンビア州タンブラーリッジのブルモア炭坑の例。これはカナダ西部地区における唯一の酷寒地域でのRCCPで、この地域の凍結深さが2.4mにも達しているにもかかわらず現在迄は凍結融解による損傷は受けていない。

ロ、1984年、フレーザー河管理局によるドックへの進入路の場合

小規模（2,500ton.t=25cm）ではあるが現地の浚渫砂を使用し、セメント量12%、二層にてRCCPを実施している。夜間には氷点下になる11月の施工であったため、約半分はアスファルトコンクリートのオーバーレイを余儀なくされたが半分は成功し、初期の観察では摩耗と凍結融解による損傷は見られない。

ハ、1985年、ブリティッシュコロンビア州のホネムーン港における16,000㎡のRCCPによるオーバーレイの施工

アスファルト舗装（路盤45cm、アスファルト10cm）の材木選定場の不良箇所を補修したうえで、RCCP29cmの二層打オーバーレイを施工している。これによって木材運搬機の大形化が実施された。

ニ、1987年、ブリティッシュコロンビア州ウィリアムズレイクにおいて道路省が初めて、道路に対してRCCPの適用性を調査する目的で試験施工を実施した。規模は延長2.5km、巾3.6mで厚さ20cmのRCCPを施工したものであり、養生にはチップシールが実施された。

2) 舗装構造設計

初期（1970年代）のRCCPにおけるスラブ厚さの設計は、重荷重用セメント安定処理路盤と通常のコンクリート舗装の経験に基いて行われ、代表的な値は30～35cmの範囲であった。現在は、これまでのプロジェクトから得られたデータから、通常のコンクリートスラブ厚設計法がRCCPにも当てはまるものと判断され、PCA（米国ポルトランドセメント協会）空港スラブ厚さ設計要領を超重荷重RCCPの厚さ設計に準用している。但し考慮しなければならない点として次の点を挙げている。

a. RCCは通常のコンクリートに比べ骨材の選択、セメントと水の混合、ミキサにおける材料の混合等で劣っているため、曲げ応力の選定においては通常のコンクリートよりも低くおさえるべきで、推奨値としては10～15%の低減率が考えられる。

b. 剛性舗装の設計における変数として車輛荷重の頻度と大きさがある。主要道路の場合は、交通量とロードメータによる測定結果が得られるが、超重荷重のかかる材木選定場等では予測し難いものである。したがって舗装表面に最大の車輛荷重がかかるものと想定しなければならない。

3) 配合設計

RCCの配合は、元来セメント安定処理路盤に関する考え方に基づくものである。カナダにおける初期のRCCPはセメント安定処理路盤仕様書に準拠したものによっていた。

a. 骨材

密度の高い平滑な表面が得られることを条件として、

①粗骨材の最大粒径は20mm以下とする。

但し二層施工の場合は下層の最大粒径は40mmまでとすることができる。

標準粒度を図-5.7に示す。

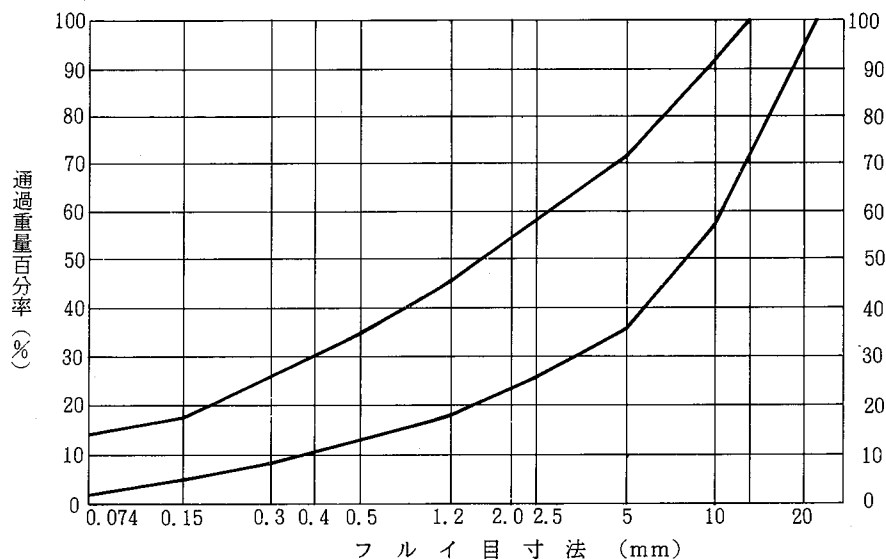


図-5.7 骨材の標準粒度

② #200フルイ通過分はバインダーを含んだ場合14%以下とする。

b. 水

混合物の含水比は最大乾燥密度を得るための最適含水比を基本に選定される。最適含水比において転圧することが高密度の路面仕上げと路面の平坦性を得るための不可欠な条件である。

c. セメント

初期のRCCPのセメント量は、セメント安定処理路盤に関する経験から安全側と考えられるいわば経験上の値で、12~14%であった。現在では室内試験の曲げ強度を基にしてセメント量の選定を行っている。代表的な28日曲げ強度4.1~4.8MPa (41.8~49.0kgf/cm²) が基準として多く使われている。

d. 混和材

数ヶ所のプロジェクトにフライアッシュが使われている。殆どの場合、セメント量の15~20%の範囲であり表層舗装用としては20%以内が望ましいとされている。

e. 混和剤

硬化促進剤、凝結遅延剤、減水剤を条件によって用いることがある。

AE剤の使用も論ぜられるところであるが、これらの使用によって凍結融解に対する耐久性が増進されたという確かなデータは得られていないのが現状である。

4) 施工、施工機械

RCCPの施工は決して複雑なものではなく、一般的な道路建設用の機械が使われている。特別な注意を必要とする工程も部分的にはあるが、特殊技能を有した施工業者は必要としない。

a. 準備工

準備工としての路床工は、軟弱地盤を取り去り、細粒子の凍結しやすい材料を除去する等、一般の道路建設の場合と変わらない。建設車輛の走行と厚さの管理のため、路床上にワーキングテーブルとしての5～10 cmの碎石路盤が施工されることが多い。

b. 混合製造

通常連続式ミキサにて製造する。この場合、材料分離防止のため排出口にホッパーを必要とする。能力は劣るがバッチ式のプラントも使用することができる。現場混合は品質管理上行うべきではない。

c. 運 搬

運搬にはダンプトラックが使用されている。運搬時間は、混合から敷均しまで60分以内としている。

d. 敷均し

一般にはアスファルトフィニッシャが用いられている。締固めの機構についてはバイブレータとタンパの両方を備えたものが望ましい。敷均し幅は7.3mまで舗設可能な機種もあるが、材料分離の面から3.6～4.3 mが望ましいとされる。一層の舗設厚は25cmまでとしており、二層仕上げの場合、下層はモータグレーダの使用でも可能である。二層仕上げの場合は二層とも同日中に施工するものとし、この時上下二層間の結合のため特別な処理は必要としない。

e. 転 圧

鉄輪の振動ローラを使用し、次にタイヤローラを使用するものとする。ローラの最小重量は10tonで、転圧回数は通常6～8回位で充分である。舗設時の密度測定はR I 密度計によって行われている。通常、修正プロクター密度の95%以上が仕様とされている。

f. 目地

RCCPの施工目地は特別な注意を必要とし、傾斜した施工目地の面は供用後段差を発生し、破壊の原因となるので垂直とする。施工の再開にあたっては特別な処理を必要としないが、乾燥の度合いがひどい場合は水スプレーをかけることもある。二層構造の場合は必ず両層を通して連続していなければならない。

g. ひびわれ

RCCPのひびわれの間隔は通常のコンクリートより多少広く、12～18mである。しかし特別に目地を施工することは試みられたことはない上、問題は生じていない。

h. 養生

RCCPは通常のコンクリート舗装と同様の方法で養生する必要がある、舗設後最初の数日は外部から水を補給することが強度を得るための必要条件である。夏期の温度下では最低5日間の湿潤養生が望まれ、秋季では6日間、あるいはそれ以上の日数を必要とする場合もある。また、被膜を形成する養生用のコンパウンドを使用する場合があるが、その使用量は0.3～0.5 ℓ /㎡である。早期の供用を望む場合は、セメント量を3～4%増加してスラブの初期強度を高めることによって可能となる。

5) 性能、特性

a. 強度

RCCPの曲げ強度は通常のコンクリートと同様である。また、RCCPは供用年数とともに強度を増すこ

が知られている。

b. 収 縮

収縮によるひびわれの間隔は、通常のコンクリートより多少広いが、カナダ西部における超重荷重舗装によって収縮によるひびわれは何等支障あるいは問題を起こしてはいない。

c. 摩 耗

RCCPによる超重荷重舗装はポルトランドセメントの配合比を増加することによって舗装表面に大きな輻荷重がかけられ、且つ摩耗に耐える抵抗を持つので、表面保護の必要はない。

d. 凍結融解抵抗性

カナダ西部地区のRCCPによる材木選定場の多くは海岸部に存在し、冬期の天候はあまり厳しくなく、ブリティッシュコロンビア州北部におけるブルモア炭鉱の場合においても2回の越冬を通して凍結融解による損傷はまだ現れていない。

e. 表面性状

平坦な、より緻密な表面を得るため骨材最大粒径を20mmとし、バインダーを含んだRCCの#200通過分を1%以下としているが、通常のコンクリートの緻密な表面に比べて粗面である。

6) 経 済 性

カナダ西部地区における超重荷重舗装としてのRCCPは経済性において多くの利点を有している。

- a. 低品質の骨材でもRCCP用骨材として使用可能である。
- b. 同一荷重支持力に対し、舗装の層厚はアスファルト舗装に比べ薄くなり、施工費及び材料費の節減となっている。
- c. 舗設能力が300ton/hと大きく、工期短縮や早期供用を可能にしている。
- d. 過去に施工されたRCCPの現在までの維持費は、他の方式による舗装の維持費より遙かに安い。
- e. 材木選定場ではRCCPの採用により、大型フォークリフトが四輪駆動車より二輪駆動車に替わり、平坦な硬質の路面を走行するため修理、維持費の節減となっている。

7) 展 望

今後、軍用施設、空港、重機材貯蔵場等各種用途にRCCPを採用した舗装が更に広まっていくであろうと考えられている。カナダ西部地区では2年以内の実現をめどにRCCPによる高速道路の建設が検討されている。そして地方道においても試験施工が実施されており、超重荷重舗装としてRCCPが発展してきたカナダ西部地区においても今後中交通、軽交通用の舗装にRCCPが採用されていくことが予想される。

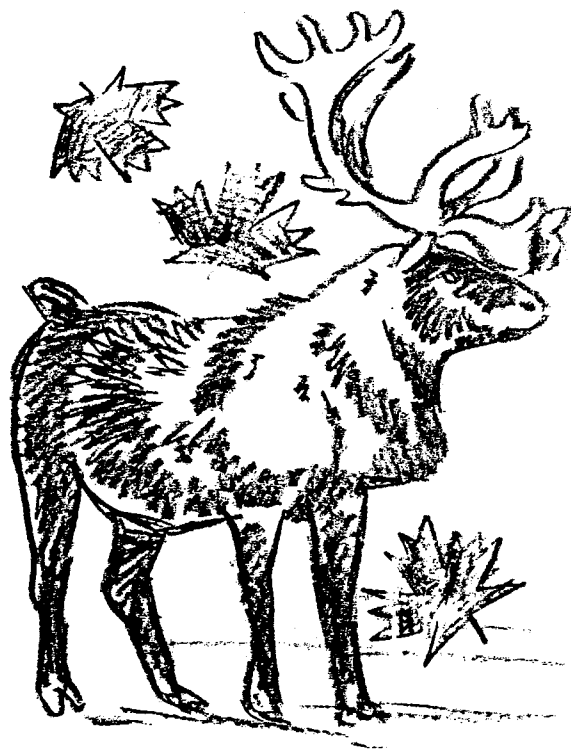
今後、研究が必要な課題として次の三点が挙げられる。

- a. 信頼性のある現場試験法の確立
- b. 施工管理に関する研究

室内におけるサンプルからのデータと現地データとの関連を明確にすることにより、施工管理に関する仕様の確立。

- c. 施工機械の開発、改善

RCCPの施工に関し、25cm以上の一層の舗設厚を可能とする機械の開発。



カナダにおける視察写真



写真5-1 ジョンストン社トラックターミナルにおけるカナダセメント協会西部地区フィールドエンジニアGissing女史による現場説明



写真5-2 トラックターミナル全景



写真5-3 破損している既設のアスファルト舗装



写真5-4 段差もなく平坦性も良好な路面状況

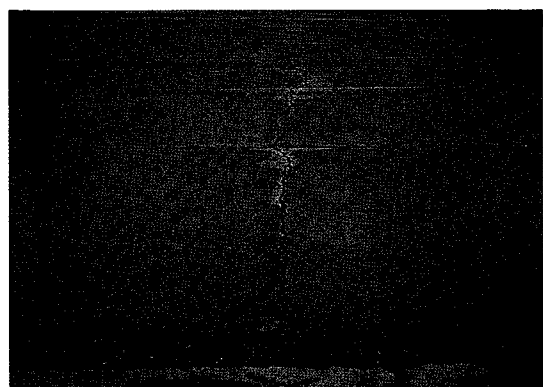


写真5-5 5～20mの間隔で発生している横断方向の収縮ひびわれ

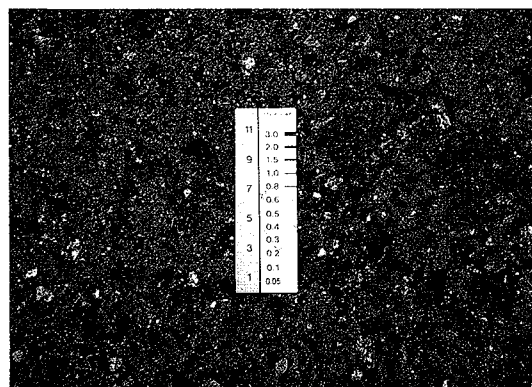


写真5-6 表面性状:表面は緻密なきめを見せている。



写真5-7 表面性状:フィニッシャの引きずり跡が見られる。



写真5-8 フレーザー製材工場:現場で説明する Conolly氏

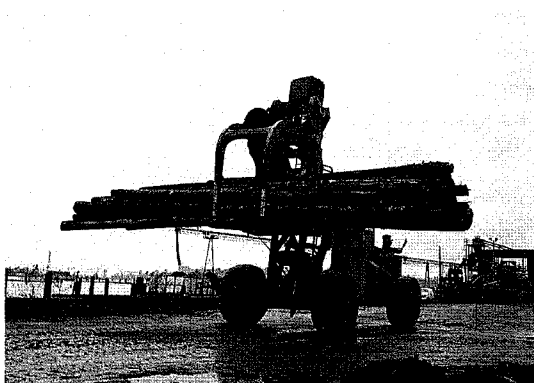


写真5-9 RCCP施工箇所における供用状況。原木を運搬する大型フォークリフト



写真5-10 RCCP施工箇所全景。表層にConventional Concreteが用いられているため、RCCPを直接見ることはできないが、表層にはかなり多くのひびわれが発生している。



写真5-11 1983年に施工されたと思われるStorage Finger（原木を貯蔵して置く場所）の供用状況。フォークリフトの走行頻度が比較的少ないこともあり、良好な供用状況を示している。

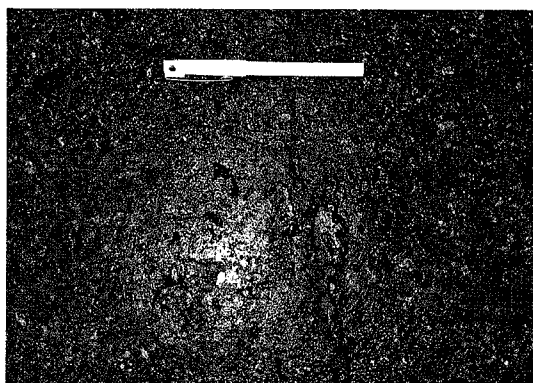


写真5-12 表層のConventional Concreteに発生しているひびわれ部

Ⅲ. 結 び

(社)セメント協会では昭和61年8月以降、転圧コンクリート舗装(RCCP)に強い関心を抱き調査、研究等の委員会活動を行っており、昭和62年度には本工法に係わる技術開発を建設省(関東地方建設局関東技術事務所)と共同で3年計画で実施することになり現在進行中である。

このような背景のもとで、このほど欧米におけるRCCPの現地調査が実施されたが、幸い無事に所期の目的を果たすことが出来たのも、各国訪問先との交渉にあたって菊川 滋(日本道路公団東京湾横断道路室長代理)、Xavier Dupont-Wavrin(ラファルジュコペ・グループ極東代表)、岩間 滋(㈱道路計画代表取締役)、陶山武彦(日本舗道㈱技術開発部長)の各氏のご尽力に負うところが多い。ここに深く御礼を申し上げる。

つぎに、今回の海外調査に際しての問題点を反省し、今後の参考のため記述しておきたい。

1. 調査団は、団員の属する職業で分類するとセメント関係15名、道路舗装関係14名、その他3名の計32名で構成された。これは当初定員20名のところ、参加要望に応じて予定をオーバーしたもので、結果として格別の支障がなかったからよいものの、出来れば少ない方がより望ましい。

訪問の予約をとり技術的討論を予定した調査の場合は、人数が多いと受入れ側で会場の確保が難しい場合もあるし、ミーティングの雰囲気も自ら異なってくる。調査団の規模がある限度を越える場合には、たとえばグループを2つに分け、調査ヶ所を分担するなどの工夫が必要であろう。

2. 限られた期間に、最大限の収穫をと考えるあまり、日程がきつくなるのは海外調査の通例のようである。今回は、欧米の大勢を一応とらえることを目的としたので、日本→ヨーロッパ→アメリカ→日本と地球を一周することになり、僅か18日間の旅行で時差ボケを3回も体験しなければならなかった。

幸い無事に日程を消化することはできたが、今後はあまり欲張らずに、もう少し余裕を見た計画を立てた方がよいのではなかろうか。

3. 調査団の編成から出発までの約1ヶ月の期間に、訪問先の最終決定とコンタクトが行われた。日時が切迫していたために、予定を確認しないままに出発せざるを得ない訪問先もあったが、事務局の盡力と先方の好意的な対応によって、万事好都合に事が進んだのは幸いであった。結果的には問題はなかったが、調査の企画は早目に決定し、準備には十分な日時を充てるべきであろう。

4. 調査は11月18日の出発から12月3日の帰国までの18日間であったが、旅行シーズンとしては極めて不適当な時期で、寒さはともかくとして日程の半分は雨または曇であった。天候の良否による視察の便、不便さもさることながら、旅の印象は大きく左右されるものである。海外旅行は、貴重な時間と経費をかけての折角の機会であるから、出来ればより快適な季節を選んで計画したいものである。

おわりに、本調査の事前準備から報告書のとりまとめに至るまでの労を多とするとともに、ご親切に対応して下さった訪問先の方々をはじめ、何かとご援助を賜った関係者のご好意に対し、厚く感謝の意を表する次第である。

昭和63年3月

RCCP欧米調査団

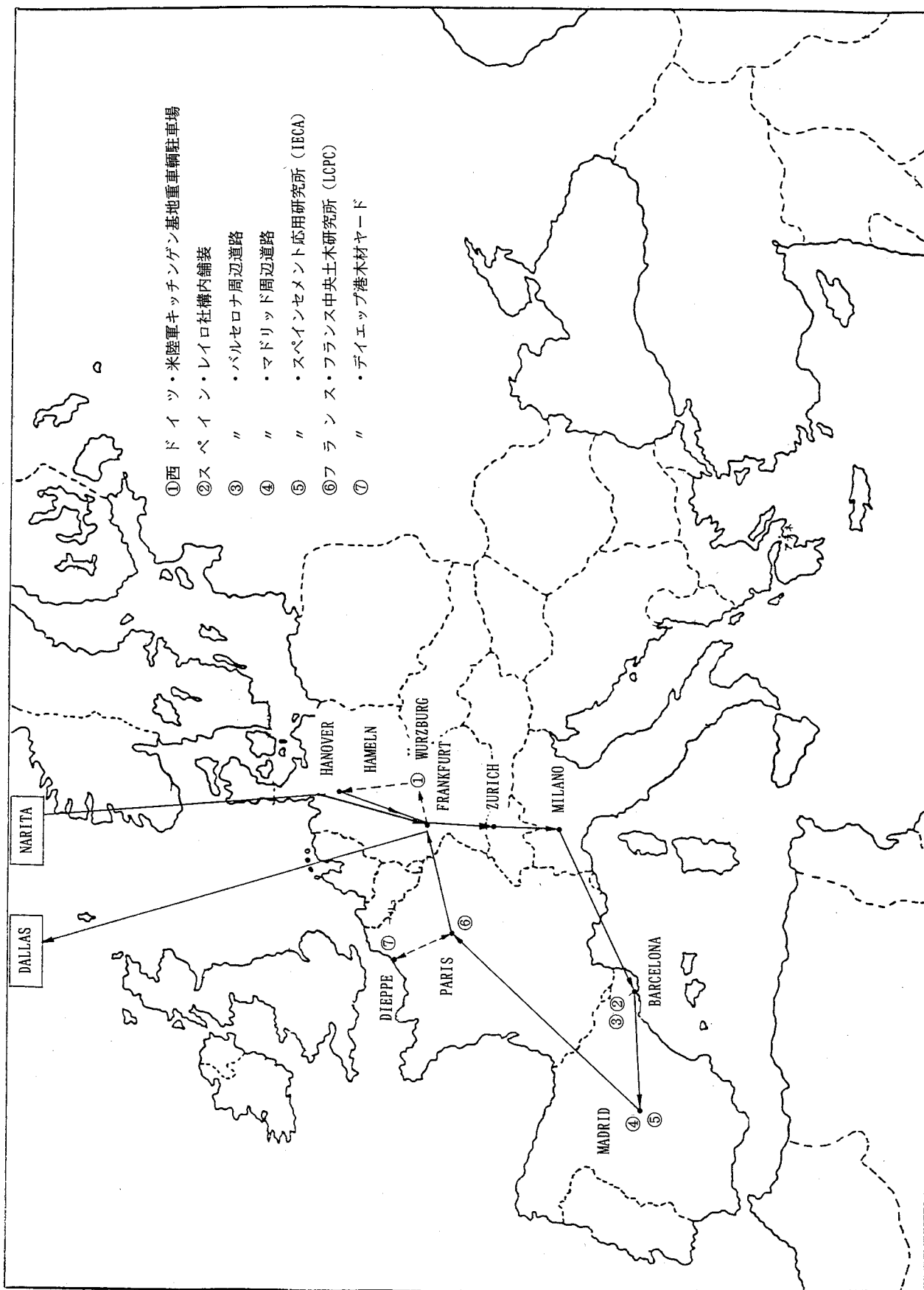
団長 多田宏行

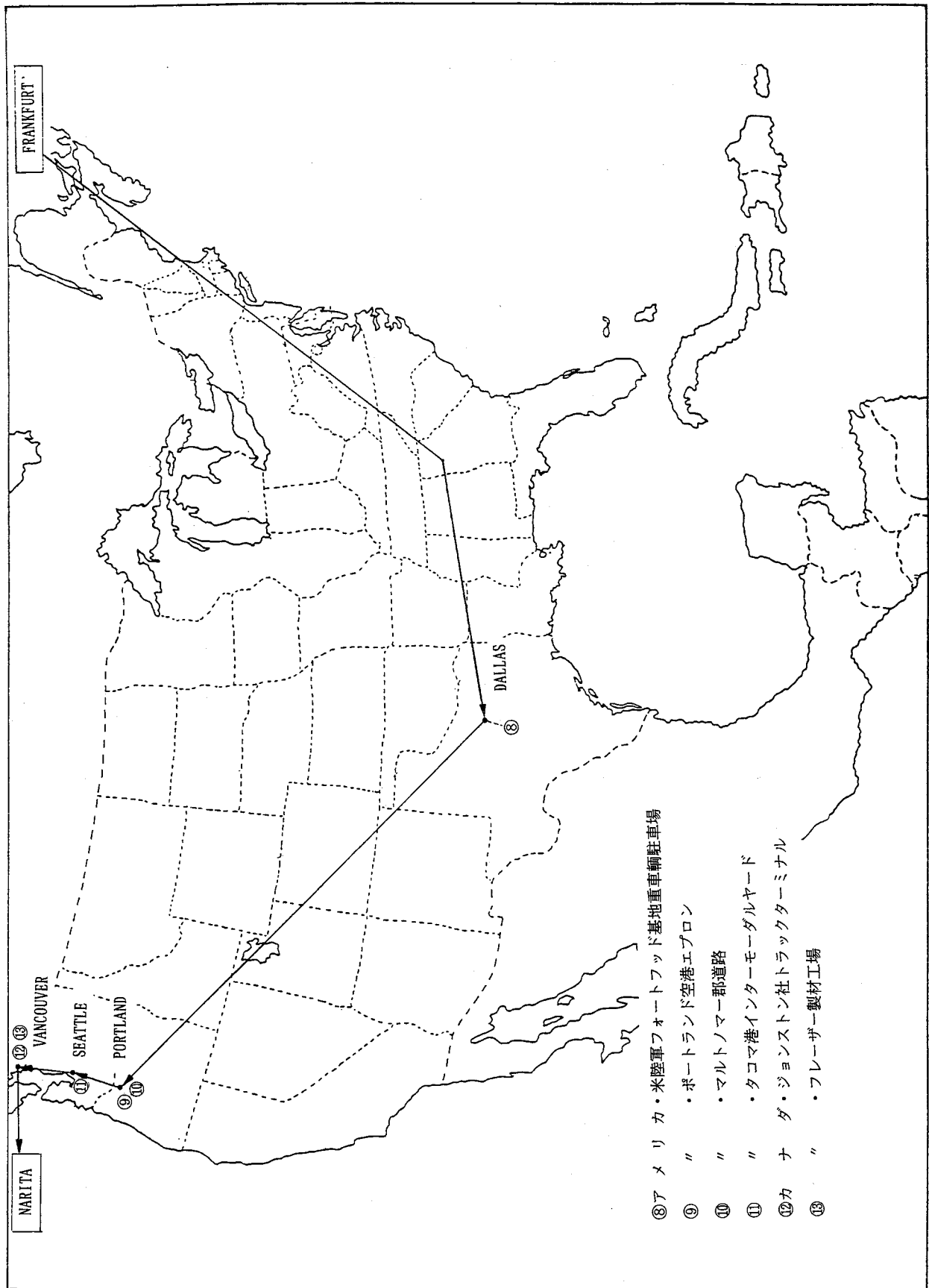
IV. 調査日程

日 次	月 日 曜	発着地/滞在地名	発着時間	交通機関名	摘 要
1	11月18日(水)	NARITA発	21:30	LH-701	(機中泊)
2	11月19日(木)	FRANKFURT着 FRANKFURT発 WÜRZBURG着 WÜRZBURG発 HAMELN着	07:50 09:00 11:00 14:00 18:00	専用バス 専用バス	米陸軍キッチンゲン基地重車輛駐車場 HAMELN泊 (DORINT HOTEL WESERBERGLAND)
3	11月20日(金)	HANOVER発 FRANKFURT着 FRANKFURT発 ZÜRICH着	14:25 15:20 17:15 18:05	専用バス LH-093 LH-1816	ABG社、本社・工場視察 ZÜRICH泊 (ZÜRICH CONTINENTAL HOTEL)
4	11月21日(土)	ZÜRICH 滞在			ZÜRICH泊 (ZÜRICH CONTINENTAL HOTEL)
5	11月22日(日)	ZÜRICH発 MILANO着	08:07 12:35	T. E. E.	MILANO泊 (HOTEL CAVOUR MILANO)
6	11月23日(月)	MILANO発 BARCELONA着 BARCELONA発 MADRID着	09:30 11:05 20:30 21:30	AZ-358 専用バス IB-1949	LEIRO社構内舗装 バルセロナ周辺道路 MADRID泊 (PRINCESA PLAZA HOTEL)
7	11月24日(火)	MADRID 滞在		専用バス	スペインセメント応用研究所(IECA) マドリッド周辺道路 MADRID泊 (PRINCESA PLAZA HOTEL)
8	11月25日(水)	MADRID 滞在			MADRID泊 (PRINCESA PLAZA HOTEL)
9	11月26日(木)	MADRID発 PARIS着	11:15 13:05	AF-510	PARIS泊 (CONCORDE ST. LAZARE)
10	11月27日(金)	PARIS 滞在			フランス中央土木研究所(LCPC)訪問 パリ北西150km DIEPPE港木材ヤード PARIS泊 (CONCORDE ST. LAZARE)
11	11月28日(土)	PARIS 滞在			PARIS泊
12	11月29日(日)	PARIS発 FRANKFURT着 FRANKFURT発 DALLAS着	07:10 08:25 09:50 15:25	LH-1741 LH-442	DALLAS泊 (ADOLPHUS HOTEL)

日 次	月 日 曜	発着地/滞在地名	発着時間	交通機関名	摘 要
13	11月30日(月)	DALLAS発 PORTLAND着	18:42 21:32	専用バス DL-725	米陸軍フォートフッド基地重車輛駐車場 PORTLAND泊 (MARRIOTT PORTLAND)
14	12月1日(火)	PORTLAND発 SEATTLE着	14:40 15:18	専用バス DL-623	ポートランド空港エプロン マルトノマー郡道路 SEATTLE泊 (RED LION INN-SEATAC)
15	12月2日(水)	SEATTLE発 VANCOUVER着	11:40 12:21	専用バス CP-682	タコマ港インターモーダルヤード VANCOUVER泊 (HYATT REGENCY VANCOUVER)
16	12月3日(木)	VANCOUVER 滞在		専用バス	ジョンストン社トラックターミナル フレーザー製材工場 VANCOUVER泊 (HYATT REGENCY VANCOUVER)
17	12月4日(金)	VANCOUVER発	14:10	CP-003	(機中泊)
18	12月5日(土)	NARITA着	16:55		解散







V. 訪 問 先

1. 西ドイツ

(1) U. S. Army Kitzingen Harvey Barracks

(2) A. B. G.社 本社工場

Reiner Deneke	ABG STRASSEN-BAUMASCHINER (Product Manager)	P. O. BOX 10 13 03 D-3250 Hameln 1 West Germany
Herman Schmidt	ABG (Export Sales Manager)	
Michael Pottkamper	ABG (Vice-President)	

2. スペイン

(1) バルセロナ郊外(Aiguafreda市)

Carlos Jofré Ibáñez	Instituto Español del Cemento Y sus Aplicaciones (IECA) (道路技師)	C/. Velázquez, 11,3°. izq. 28001 Madrid, Spain
Alejandro Josa	IECA (Cataluña代表) (道路技師)	Avda. Infanta Carlota, 123,4° A 08029 Barcelona, Spain
José Manuel Lozano Martín	IECA (協会代表)	General Pardiñas, 29, 5 B 28001 Madrid Spain
Jesús Díaz Minguela	IECA	Plaza San Marcos, 6-4° F
Vicente Martínez Castello	Comunidad de Madrid	Edvardo dato-3
Maximo Parron Zafra	"	28010 Madrid, Spain
Julio Grande	"	
Vicens Baro Agusti	Piedra Natural LEIRO S. A.	El Rieral, s/n. -Ctra, N-152, km. 46,300 Aiguafreda, Spain

(2) マドリッド周辺道路

Isidoro Carretero	Comunidad de Madrid	
José Ramon Paramio	Ministerio de Obras Publicas Y Transportes (MOPU)	
José Luis Escudero	Construcciones Y Contratas S.A.	

3. フランス

(1) フランス中央土木研究所

Dac-chi	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) (道路用材料課長)	58 bd Lefebvre-75732 Paris Cedex 15, France
W. Lefort	Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien (LROP) (パリ西地区地方土木研究所道路課長)	

(2) Dieppe港木材ヤード

François Juan	Ciments LAFARGE (道路部長)	5, boulevard Louis- Loucheur 92214 Saint- Cloud Cedex, France
Perrocheav Yves	Entreprise COCHERY-BOURDIN- CHAUSSE (技術サービス幹部)	Rue des Epinoches 27- Saint-Andre de L' EVRE
Pascal Lebreton	Direction Technique du Part Etude et Travaux Neufs (T. P. E.) (Subdivision d' Etudes et Trav- aux, Arrondissement Maritime de Dieppe)	1. Quai du Tonkin 76200 Dieppe, France
Martin Régés	Entreprise LALITTE (COCHERY支部長)	

4. アメリカ合衆国

(1) U.S. Army Fort Hood Base

Brad Craig	U.S. Army Corps of Engineers Central Texas Area Office	
John D. Moseley	U.S. Army Corps of Engineers Fort Worth District	

(2) Portland 空港、マルトノマー郡道路

Jorry M. Abrams	CH2M HILL (Civi Engineer)	2020 S. W. Foruth Avenue, 2nd Floor Portland, Oregon 97201, U. S. A.
Jerry L. Jacksha	"	
Mr. Kennedy	"	
David J. Irvine	Port of Portland (Project Engineer Geotechnical)	P. O. Box 3529 Portland Oregon 97208, U. S. A.

(3)Tacoma港インターモーダルヤード

Curtis L. Ratcliffe	Port of Tacoma (Project Engineer)	P.O.Box 1837 Tacoma WA 98401-1837, U.S.A.
---------------------	--------------------------------------	--

5. カナダ

(1)ジョンストン社トラックターミナル

(2)フレージャー製材工場

Kathleen D. Gissing	Canadian Portland Cement Association (Managing Engineer- British Columbia Western Canada Region)	201-1155 West Pender Street Vancouver, B. C. V6E 2P4, Canada
W. G. (Bill) Conolly	Crown Forest Industries Limited Coast Wood Products	P. O. Box 2000 New Westminster, B. C. V3L 5A4, Canada



VI. 団員名簿

	氏 名	勤 務 先	住 所	電 話
団長	多 田 宏 行	(財)日本道路交通情報センター 副理事長	〒102 千代田区九段南1-6-17	03-264-2041
団員	井 上 武 美	日本舗道(株) 技術研究所第一研究室長	〒140 品川区東品川3-32-34	03-471-8542
"	岩 倉 博 之	徳山曹達(株) セメント建材技術センター所長	〒745 徳山市御影町1-1	0834-21-4258
"	上 野 博 司	日本道路(株) 工事部	〒105 港区新橋1-6-5	03-571-4571
"	大 石 哲 生	(社)セメント協会 事業部長	〒104 中央区京橋1-10-3	03-561-8634
"	岡 野 勝 治	前田道路(株) 技術研究所主任	〒243-04 海老名市杉久保279	0462-38-2233
"	奥 平 真 誠	世紀東急工業(株) 技術部技術課長	〒105 港区芝公園2-9-3	03-434-3251
"	河 野 俊 夫	小野田セメント(株) 中央研究本部 副本部長 兼・建設材料研究所長	〒135 江東区豊洲1-1-7	03-531-4111
"	川 畑 耕 一	三菱鉱業セメント(株) セメント製品部製品課主任	〒100 千代田区丸の内1-5-1	03-221-7427
"	神 田 彰 久	(社)セメント協会 研究所研究開発部係長	〒114 北区豊島4-17-33	03-914-2691
"	国 分 修 一	大林道路(株) 技術研究所舗装室長	〒336 浦和市沼影2-12-36	0488-63-7787
"	坂 田 耕 一	日本道路(株) 技術研究所第二研究室長	〒146 大田区多摩川2-11-20	03-759-4811
"	坂 田 廣 介	鹿島道路(株) 技術研究所研究員	〒182 調布市飛田給2-19-1	0424-83-0541
"	佐々木俊視	(株)渡辺組 技術開発部次長	〒106 港区麻布1-18-4	03-453-7351
"	沢 正	日本舗道(株) 工務部技術課係長	〒103 中央区京橋1-19-11	03-563-6731
"	杉 智 光	大阪セメント(株) 開発部技術担当部長	〒551 大阪市大正区南恩加島7-1-49	06-552-1124

	氏 名	勤 務 先	住 所	電 話
団員	住 田 守	電気化学工業（株） 技術部主事	〒100 千代田区有楽町1-1-2	03-507-5219
"	瀬 渡 宏 三	第一セメント（株） 取締役工場長	〒210 川崎市川崎区浅野1-1	044-322-5361
"	高 橋 秀 雄	小野田セメント（株） 建設材料研究所主任研究員	〒135 江東区豊洲1-1-7	03-531-4111
"	田 中 光 男	秩父セメント（株） 埼玉事業所生産技術部副部長	〒368 秩父市大字大宮794-6	0494-22-0300
"	近 田 孝 夫	新日鐵化学（株） セメント部課長代理	〒104 中央区銀座5-13-16	03-542-1321
"	中 丸 貢	大成道路（株） 技術研究所次席 （開発研究担当）	〒337 浦和市大崎264	0488-78-1236
"	中 山 紀 男	日本セメント（株） 中央研究所 コンクリート研究部副部長	〒135 江東区清澄1-2-23	03-642-7171
"	名 須 川 淳	国土道路（株） 代表取締役副社長	〒107 港区赤坂4-9-17	03-403-3191
"	花 木 和 文	東京舗装工業（株） 技術部技術研究所長代理	〒101 千代田区外神田2-4-4	03-253-9861
"	蒔 田 寛	日瀝化学工業（株） 技術研究所長	〒102 千代田区九段北4-3-39	03-265-1511
"	大 和 東 悦	佐藤道路（株） 技術研究所次長	〒243-02 厚木市三田47-3	0462-41-3849
"	山 本 英 明	福田道路（株） 大阪支店工事次長	〒556 大阪市浪速区難波中3-6-3	06-649-1389
"	米 田 俊 一	宇部興産（株） セメント企画開発部 技術センター製品技術部課長	〒755 宇部市西本町1-12-23	0836-22-6152
"	渡 辺 夏 也	住友セメント（株） セメントコンクリート技術 開発センター	〒274 船橋市豊富町585	0474-57-3702
調査協力	三 井 国 男	住友商事（株） 建設機械四部部長代理	〒100 千代田区1ツ橋1-2-2	03-217-6618
旅行社	河 東 潔	近畿日本ツーリスト（株） 東京海外旅行支店次長	〒100 千代田区丸の内1-8-3	03-231-4131

VII. 資 料 編

資料-1	スペイン特記技術仕様書	108
資料-2	転圧コンクリート舗装指針（フランス）	115
資料-3	転圧コンクリート：計画，版厚設計（フランス）	126
資料-4	米陸軍工兵隊仕様によるRCCP試験施工の一例	134
資料-5	複数舗装レーン時の転圧パターン	135
資料-6	RCCPの厚さ設計例	138
資料-7	米国工兵隊特記仕様書	144
資料-8	ポートランド国際空港における転圧コンクリート舗装報告書	170
参考文献		175

資料－ 1

スペイン特記技術仕様書(転圧コンクリート)

1. 定 義

骨材、水及び結合材が均質に練混ぜられたものを従来のセメント安定処理と同様の方法で施工されたものをいうが、振動ローラで転圧するためコンクリート舗装に類している。

現時点の諸作業は、一般技術仕様書の513条に掲載の施工法及びそれを補完する当特記技術仕様書の施工方法に従うものとする。

2. 使用材料

2.1 結合材

結合材はセメント、またはセメントとフライアッシュの混合物とする。後者の場合、両材料の混合割合は研究機関の研究によって確立されており、既に混合したものの供給が望ましい。

2.1.1 セメント

一般技術仕様書202条の仕様に従うものとする。

使用できるセメントは添加剤を使用したポルトランドセメント(タイプⅡ)、高炉セメント(タイプⅢ)、シリカセメント(タイプⅣ)または混合セメント(タイプⅤ)である。フライアッシュとの混合の場合ポルトランドセメント(タイプⅠ)を使用するのが望ましい。

2.1.2 フライアッシュ

使用するフライアッシュはシリカアルミナフライアッシュでなければならない。例外的に、技術者の判断により水硬性を有する合計25%以上の一酸化カルシウム(CaO)を含むスルホカルシウム灰の使用も許可される。

いずれの場合にも以下の仕様を守らなければならない。

- ・ 強熱減量が6%未満であること
- ・ ブレーン比表面積が $2000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上であること。
- ・ $400\mu\text{m}$ ふるいの残留は55%以上であること。
- ・ 一定の化学的性質を有すること。

遊離石灰の含有量が1%を超す場合、シリカアルミナフライアッシュは乾燥した状態で扱わなければならない。それ以下の含有量の場合には、湿潤状態で使用することができる。この場合でも、含水比は20%を超えないように努めなければならない。スルホカルシウム灰は乾燥した状態で扱わなければならない。この材料の使用が許されるための水硬性とはフライアッシュモルタルの一軸圧縮強さが材令7日で 0.5MPa ($5\text{kgf}/\text{cm}^2$)を超えるか、または90日で 3MPa ($30\text{kgf}/\text{cm}^2$)を超えるようなものでなければならない。一軸圧縮強さは、適度のプロクター含水量で作製された、砂に対して重量比5%のフライアッシュを混入したモルタルの直径50mmのテストピースによる値である。

テストピースはCBR試験に用いるのと同等の圧縮試験機で、NLT111/78の規定に従って圧縮載荷し、NLT310/79規定の条件下において養生されたものとする。

スルホカルシウム灰で膨張するものは使用してはならない。あらかじめ、ルシャテリエ針によりモルタルの常温時及び加熱時の試験をしておかなければならない。

2.2 骨 材

骨材は一般技術仕様書中の513条及びその続編である本条が要求する重交通の場合の条件を満たすものとする。

混合した骨材の粒度は連続的なものでなければならない。また表-1に示されている範囲に入るように、配合される結合材とともに用いる必要がある。

最大粒径20mmの欄は、材料分離の恐れがないときにだけ用いられる。いずれにしても最適な粒度は微粒分が少ない粒度曲線を描くようにして、最適範囲内に留まるようにする必要がある。骨材は5mmふるいによって分割した2つの粒径群に分けて使用する。骨材中の碎石の最小混合割合は、転圧後の混合物のCBRがNLT111/78規定で65以上となるようにする。

2.3 水

一般技術仕様書の280条の仕様を守る。

2.4 混和剤

工事におけるエンジニアの承認がない限り、事前に決められた温度で表-2に示された所定作業時間内で作業できるように、コンクリートには凝結遅延剤の使用を義務づけて可使時間の調整をする必要がある。

作業時間を決定するための温度は、前もって11:00~14:00の間に計られた周囲の温度の平均とする。

他の混和剤の使用はエンジニアの許可が必要である。

表-1 骨材の粒度(結合材を含む)

ふるい目の開き	通過重量百分率(%)	
	最大粒径16mm	最大粒径20mm
25mm	—	100
20mm	100	85~100
16mm	88~100	75~100
10mm	70~87	60~83
5mm	50~70	42~63
2mm	35~50	30~47
400 μ m	18~30	16~27
80 μ m	10~20	0~19

表-2 作業時間の限度(時間)

工事の種類		
新 設	全幅施工	5
	レーン割施工	7
現道改良		9

3. 転圧コンクリートの配合

転圧コンクリートの配合は、施工前に試験して決定しなければならない。結合材は全乾燥材料の重量比にして10%以上でなければならない。テストピースの引張強度は、7240及び7396の規定に従い、3.3MPa(33kgf/cm²)以上でなければならない。

工事管理のため、適切な修正方法を確立する目的で、エンジニアの承認前に若材令の試験を実施することが出来る。

4. 施工に先立つ試験

4.1 室内試験

使用する材料と施工予想条件とを考慮に入れた配合を定めるために、舗装の前に行われるものである。

異なった配合を試験し、選択するには、まずNLT108 / 72の修正プロクター試験に従って含水量と密度の関係を求めなければならない。密度がより高く、かつ含水量の変化に対する敏感さの少ない配合が選ばれるのが望ましい。各々の配合試験のためVBコンシステンシーメーターを用いることができる。試験した各配合について、修正プロクター試験による最適含水量で作製した供試体の材令28日の引張強度を管理しなければならない。早期強度を知る目的のためには、7日材令の強度も管理しなければならない。

セメントとフライアッシュを結合材として使う場合、28日材令の試験を90日材令に替えるようにする。

強度試験は、NLT310 / 79規定に従って2種の試験をするために、2個1組のテストピースをそれぞれ4組作る。上記テストピースは7369規定に従い、引張試験における破壊強度の平均値を出す。破壊強度の平均値は本特記仕様書3条において詳述した最小強度値を超えていなければならない。現場における締固めで得られた実際の平均強度が3条に示す数値を満足しなければならない。

一連のテストピースを作る毎に締固め直後のCBR管理も実施しなければならない。

転圧コンクリートのワーカビリティ時間も同様に決定されなければならない。配合が決定されると、水量の変化に対する初期強度の敏感さを検討しなければならない。これは、含水比－乾燥密度曲線から求めた《修正プロクター》最適含水比と異なる含水量のテストピースにおけるCBR試験によるものとする。また同時に材令28日あるいは場合によっては材令90日の割裂引張強度を求め、この強度によって含水量の変化や転圧不足に対する敏感さを試験しなければならない。

- ・《修正プロクター》曲線
- ・《修正プロクター》曲線の最適含水比と異なる含水比のテストピース
- ・《修正プロクター》最大乾燥密度の95または97%に相当する密度となるようにエネルギーを替えて最適含水比で作ったテストピース。

エンジニアの判断によって、使用するセメント、フライアッシュ、骨材に十分な使用実績がある場合には、これらの試験は省くことが出来る。

4.2 工事中の管理試験

これらの試験は工事中の施工方法が、所要の特性の転圧コンクリートを作れるということを確かめるものである。

コンクリートを製造する際の含水量は、転圧コンクリートの工事において、天候の状態や運搬の距離を考慮に入れた上で、コンクリートの含水量が《修正プロクター》最適値となるように調整されなければならない。

試験室での事前試験で選ばれた各々の配合に対して、7240規定にしたがって、それぞれ2個を1組としたテストピースの強度試験が実施される。この割裂引張試験は材令7日で実施し、破壊強度の平均を求めるものとする。

強度の平均が試験室で得られた材令7日の強度の90%以上ならば試験舗装を行うことができる。そうでない場合は、配合の再検討をしなければならない。

4.3 現場配合

試験室での試験及び工事中の管理試験が実施され、好ましい結果が得られたら、エンジニアは適用する現場

配合を承認する。

5. 施工機械

5.1 コンクリートプラント

連続及びバッチ型の両プラントが使用できる。

セメント及びフライアッシュは重量計量が義務づけられている。また、骨材は容積でも計量でき、混合する水は水量計によりプラント操作室内のコントロールパネルで調整する。

5.2 敷均し機械

転圧コンクリートの敷均しは転圧前に一定の高さを確保できる機械で行う。エンジニアの事前承認がある場合にだけモータグレーダの使用が許される。

5.3 締固め機械

締固め機械は、少なくとも30kgf/cm²以上の線荷重のある鉄輪の大型振動ローラ、及び輪荷重3 ton以上（タイヤ圧力0.8MPa《8 kgf/cm²》以上）の大型タイヤローラとする。

6. 試験施工区間

試験区間においては、以下の締固め度が確保されなければならない。これは、試験室で得られた〔修正プロクター〕最大乾燥密度に対し

RCC層の平均が97%以上

層下部の平均が95%以上

各々の試験値は、この平均以上であればよい。

少なくとも測定器を用いて20回の測定を行うが、それは舗装全体にわたるようにして、以後の工事に役立つようにするものである。

異なるコンクリートから少なくとも5個のテストピースを作り、7日材令の割裂引張強度を試験し、全てが上述の強度を超すことが確かめられなければならない。同時に養生の方法の適切さを確認しなければならない。

結果が好ましくなかった場合には、要求された内容が得られるまで、コンクリート製造や工事の手順を適宜変えながら、試験施工区間での試験を行う。管理試験によって他の配合の適切さが確かめられている場合には、エンジニアの承認を得て、最初の試験施工区間から変えて行うことができる。

7. 施 工

7.1 コンクリートの製造

プラントのホッパーへ骨材を直接投入することは、骨材の分離や品質の低下、あるいはサイズの違う材料の混合の原因となるので許されない。骨材が地面に接触して汚染しないよう、かつ十分に骨材の排水が出来るよう処置しなければならない。製造を始める前に、転圧コンクリートの設計打設量の総計の50%が貯蔵されなければならない。

セメントは、当指針EH-82の5.2条の仕様に従って供給、貯蔵される。貯蔵最少許容量は通常作業での1日当たりの消費量に対応すること、フライアッシュを乾燥状態で分けて使用する場合には、サイロに同量を貯蔵しておくこと。フライアッシュに水を加えた形で使用する場合には、転圧コンクリートの製造を始める前に、

少なくとも必要量の50%を貯蔵しておくべきである。この場合、フライアッシュを固化させるような機械を使用してはならない。貯蔵するフライアッシュはテントをかけて保護するものとする。

混和剤は悪天候や、腐敗、汚染から保護しなければならない。特に粉末製品の袋は覆いをかけて貯蔵し、敷板の上に置き、セメントと同様の注意を払うことが必要である。液状の混和剤はタンクコンテナに貯蔵し、凍らないように保護する必要がある。

7.2 コンクリートの敷均し

可能な限り、コンクリートは常に道路の全幅を敷均すようにする。そうでない場合には、最初に打設するコンクリートが所定の作業の時間内で敷均し得る幅とする。凝結遅延剤を使用しない場合、それぞれの敷均しの間隔が1時間以上となる場合では車線を分離して行うこととする。

7.3 締固めと仕上げ

転圧前に、予め鉄輪振動ローラを無振で初転圧するのが望ましい。横断面全幅において、転圧はコンクリートの所定作業時間内に完全に終えなければならない。凝結遅延剤を使用しない場合は、ある区間の横断面に最後のコンクリートを敷均してから転圧を修了するまで3時間以上かけてはならない。いかなる時も、特に夏期及び乾期には、表面は細かく霧吹きした水で湿らせておかなければならない。散水は、表面が水浸しにならない程度に湿った状態に保たれるようにする。

7.4 表面仕上げ

転圧コンクリートの表面仕上げが必要とされる場合には、敷均しの際に設計計画高よりも数cm高く敷均す。仕上げは少なくとも《修正プロクター》最大密度の95%まで転圧を実施してからモータグレーダまたは他の適切な機械を使用して行う。仕上げが終わったら、さきに規定した密度に達するまで転圧を続ける。仕上げに必要な材料が転圧コンクリート層内に混入しないよう、注意しなければならない。

7.5 目地の施工

7.5.1 横目地

一日の作業の終わり、または、工事途中でコンクリートの所定作業時間を超えるような中断がある場合には、必ず施工目地を設けるものとする。凝結遅延剤を使用しない場合で2時間以上の中断がある場合には施工目地を設けるものとする。

施工目地は、その縁が完全に垂直となるように切る。

7.5.2 縦目地

車線を分離して施工する場合は、縦施工継目が残らないようにする。そのためには、先行するレーンの目地部の50cm幅は転圧しないまま施工し、次のレーンを転圧する際に同時に転圧する。

7.6 養生

転圧コンクリートの施工を終えたら、散水養生を実施する。その際、代替として特殊製品を使うこともできる。養生は適度な含水量の蒸発防止のみならず表面の硬化をも確保するものである。最小使用量は1㎡当たり400gとする。最小使用量600g/㎡（残留歴青分含有量）、pH値5以上のアニオン乳剤も使用することができる。使用量は必要な場合、エンジニアが修正することもある。

施工目地には、目地が閉じる状態まで養生剤を余分に散布する。

乳剤を使用する場合は、一般技術仕様書の530条の仕様に準拠する。乳剤の使用後、最長でも5分以内に、粒径2～6mmの砂を4～6ℓ/㎡散布する。このような処置は転圧終了後12時間以内に行うものとする。夏期や乾期には、エンジニアはこの時間を縮めることもできる。

乳剤が分解次第、転圧コンクリート層に車を通行させることができる。轍掘れができた転圧コンクリートは7日間は補修してはならない。この期間は寒期においては1～2か月としても良い。

8. 仕上げ後の表面の最大許容誤差

転圧コンクリートの各工程における表面の平坦性確認は、工事後24時間以内に行う。例外的に、ある凸部が最大許容誤差を超えている場合、それをダイヤモンドカッターで切削することができる。転圧コンクリート層の厚さは、エンジニアが指摘する地点で指定された個数だけ、コアボーリングして確かめる。転圧コンクリートの厚さはどの地点でも規定より1.5cm以上の差があってはならない。最大許容差を超えていた場合、ボーリングする地点を増やし、厳密に許容誤差を超える区域を求める。

ボーリングの孔は、舗装に使用したものと同質のコンクリートで埋戻して、確実に転圧して均すようにする。舗設幅の誤差は設計値より5cm以下でなくてはならない。

9. 工事の制限条件

転圧コンクリートは気温の状況が、硬化期間中に氷結しないと思われる時に工事をする。雨天の場合は工事を中止する。

10. 検査と支払い

転圧コンクリートは、施工図面内の断面図に準拠しつつ、検査された実際の施工面積単位で支払いが行われる。最大許容誤差を超えた分の処置や欠陥を改修するための工事については支払いを行わない。

養生の散水は一般技術仕様書の530条の積算方法に従って支払われる。

11. コンクリートの製造と工事管理

11.1 コンクリートの製造管理

コンクリートの含水量は少なくとも日に5回確認する。

日に二度、練混ぜられたコンクリートの性質、特に細粒分及び混和剤の量を確認する。

同様に混和剤の平均使用量も調整すること。

11.2 工事管理

11.2.1 転 圧

この場合の管理は、試験区間において検討した手順と通過回数のことである。可能な場合には、締固め機械に取付けた計器を使用して、速度、振動数、施工時間、距離を調整できる。

11.2.2 密 度

舗装表面の各100㎡毎に少なくとも一回の測定が行われる。その際、コアカッターを使用することが望ましい。

11.2.3 現場含水量

コンクリート製造管理に対応する場所で測定が実施される。明らかにアクシデントが起きた場所は必ず修復しなければならない。頻繁に最大計量誤差を超えたケースがある場合には、エンジニアの判断で、翌日重点的に調整を行う。

11.2.4 厚 さ

転圧前の状態に対し、10m毎に、シックネスゲージを調節する。その際転圧時の転圧減も考慮する必要がある。

11.2.5 作業時間

敷均しの際、また、事前試験の結果に従って、凝結遅延剤を添加する際には含水量が調整されていなければならない。

エンジニアが指示した場合、RI密度計やそれによって検定済の他の方法で転圧コンクリートの作業時間を管理する。

11.2.6 養生

養生剤散布までは転圧コンクリート表面が常に湿った状態を保つようにする。最小でも毎日700mm²のプレートを使用して養生剤の散布量の管理を行う。



資料-2

転圧コンクリート舗装指針-LCPC¹⁾ & SETRA²⁾. 11. 1985.

(Recommandation pour la Réalisation des Chaussées en Béton Compacté)

第1部 使用材料及び配合

転圧コンクリートは、骨材、セメントまたは他の水硬性結合材、水、場合によって使われるボゾラン質材料（シリカ・アルミナ質フライアッシュ）及び石灰の混合物で、所定の品質と配合をもつものであることが必要である。

配合は、安定処理工法と同様に施工でき特に転圧可能なものであり、一方、所定材令での強度が道路用コンクリートの仕様を満足するものであることを要する。

第1部では、転圧コンクリート用の各種材料、ならびに混合物中の各材料比率について検討する。

基礎となる資料は、水硬性結合材安定処理路盤施工基準*である。

1. 骨 材

1.1 寸 法

0～D_{mm}(D=20mmがmax)の骨材を用いる。分離を防止し、良好な表面を得るためには、0～14または0～10mm骨材を選ぶとよい。

注) 砂について：転圧コンクリートの場合、細かな粒度をもつ砂の使用が必要になる場合がある。しかし、その分野での経験が未だ不十分なので、本書の対象外とした。

1.2 基準粒度分布

粒度分布規定用のふるい目はNF P 18-321**による。

1.3 骨材の品質

骨材品質に関する仕様は、路盤に対する水硬性結合材安定処理用に規定***され、かつ、用いられているものと同一とする。

1.4 鉱物学的性質

骨材に関し、鉱物学的な使用禁止規定はない。この要因は、配合、とりわけ結合材（特に石灰とセメント）の配合量を定める時に取上げられる。

2. 結合材

結合材は、セメントまたは特殊結合材（フライアッシュまたはスラグ微粉末の混合比率の高い結合材）、石灰、

注 1) LCPC：土木中央研究所（原語は前出）

2) SETRA：道路及び自動車専用道路研究所(Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes)

* “Réalisation des assises de chaussées en graves traitées aux liants hydrauliques” SETRA-LCPC, 1983

** NF P 18-321：《Granulats-Caractéristiques des granulats destinés aux travaux routiers》5. 1982

*** 《Directive pour la réalisation des assises de chaussées en graves traitées aux liants hydrauliques》SETRA-LCPC 6. 1983(p.10)

フライアッシュ、及び、時に使用されることのある他の混和材（玄武岩またはポゾランの粉末）の各種比率の混合物からなる。（結合材として、粒状または塊状スラグの粉碎品も高い比率でそのまま、または非常に有効な活性化剤とともに使用されうる。）

これらの結合材は、「水硬性結合材安定処理路盤施工基準」の仕様に合致するものであることが必要である。

2.1 フライアッシュ

フライアッシュは石炭燃焼の固形残滓である。これは直径1～200 μ の微粒子で、煙中にあるものを集塵機で回収する。

2種類のアッシュに区別されている：

－シリカアルミナ質のアッシュでポゾラン反応性を有し、石灰と水の存在化でゆっくり反応する。

このアッシュは通常、アッシュまたはフライアッシュと呼ばれる。

フライアッシュは多くの場合、湿潤状態で用いられる。プラントにサイロ設備があり、多量に配合される場合には、乾燥状態のフライアッシュを用いることもできる。その場合は、配合物のよい均一性が得られる。

－硫化カルシウム質の灰で水硬性をもつものである。水の存在化で凝固し、セメントとよく似た挙動をする。一般に水硬性フライアッシュと呼ばれる。

2.2 セメント及び道路用結合材

すべての種類のセメント及び道路用結合材、とりわけスラグまたはフライアッシュの高混合比率のものが使用されている。時にはプラントで再配合して使用されることもある。

ただし、実験室研究の結果では、シリカアルミナ質フライアッシュを混和する場合、フライアッシュのポゾラン活性を最もよく引出し得る普通セメント(CPA)の利用がよく、混合セメント(CPJ)を用いる場合は石灰を補助的に用いるのがよい。特に、石灰分がないと十分な活性の得られない場合には用いる必要がある。

最終的な選定は、良い性能の得られる結合材の中から、経済性と現場の条件に合せて行われる。

時折使用されるリターダの費用についても忘れてはならない。なお、この種の混和剤は、施工時の温度が高く凝結の速いセメントを用いる場合に必要になる。

注）セメントの一部を「水硬性フライアッシュ」で置換える場合、この材料による膨張の危険性を考慮し、室内試験を行った後にのみ使用可能である。

2.3 石 灰

気中消化石灰を用いる。

2.4 その他の活性成分

ポゾランまたは玄武岩の粉末は室内試験後に使用を考慮すること。

これらの粉末は、フライアッシュに似たポゾラン特性を有している。

3. 水

水質は、前出の基準中に記されている性質に合致すること。

4. 転圧コンクリートの標準粒度曲線

混合物の標準粒度曲線の例を示す。0～20または0～14mm骨材を、10～14%の粉末結合材（例えば、セメントまたはセメント－フライアッシュまたはセメント－フライアッシュ－石灰）を用いて固化するものである。

これらの曲線は、その中に混合物の粒度分布が入るようにする範囲を示すものであるが、その区域内のどの曲線がより正しいということはない。

下側の曲線（微粒部分が少ない）を選ぶと、転圧時の周囲の盛上がりの危険性が少ない。

標準粒度曲線の例が示されているが、使用骨材の種類、使用結合材の性質及び現場の条件により、他の図を指定することもできる。

5. 室内試験

重要現場の場合あるいは実験データがなく、よく知られていない材料を用いる場合には、材料品質の確認試験を行わなければならない。

「水硬性結合材安定処理路盤基準*」に一般材料の試験規定及びその試験方法が示されている。

試験の目的は混合物の配合決定で、次のことについて調べる：

- －強度及びそれに対する次の要因の影響度
- －締固め度の変動（修正プロクター法による最適密度の95及び100％での試験）
- －水量の変動（過剰及び不足）
- －結合材の配合量及び場合によっては結合材間の割合
- －場合によっては、結合材の品質の影響（特にセメントの種類）
- －混合物の軟度及びこの軟度に対する水量変動の影響度（Indice de Portance Immediate, IPIによって測定）**、その他***。

良質の転圧コンクリートの決定には、配合試験が不可欠である。その場合、十分な注意を払って行うことが大切であるが、特に現場使用材料について実施することが重要である。

現場材料またはそれに近い材料による試験結果がない場合は、施工開始より十分前（最低3ヶ月）に試験に着手しなければならない。

試験済の配合が使える場合は、上記期間の拘束をゆるめ、若材令の確認試験を行うだけでよい。

その地域の標準配合表が出来ている場合は、期間の拘束をなくしてもよい。

6. 配 合

6.1 結合材の配合

実際に使用されている結合材の配合量は一般に8～14％である。

指示段階では表1の配合表（重量％）を通常用いることが出来る。

いずれの場合も試験室の助言を求めるのがよい、配合を決めるのに特殊な試験が必要になる場合が多いので。

6.2 水 量

転圧コンクリートの最適水量は通常4～7％の間にある。製造時の水量は、現場で所定の水量が得られるように設定される。そのために考慮されるべきことは、

- －気象条件
- －運搬条件（特に混合所から現場までの距離）

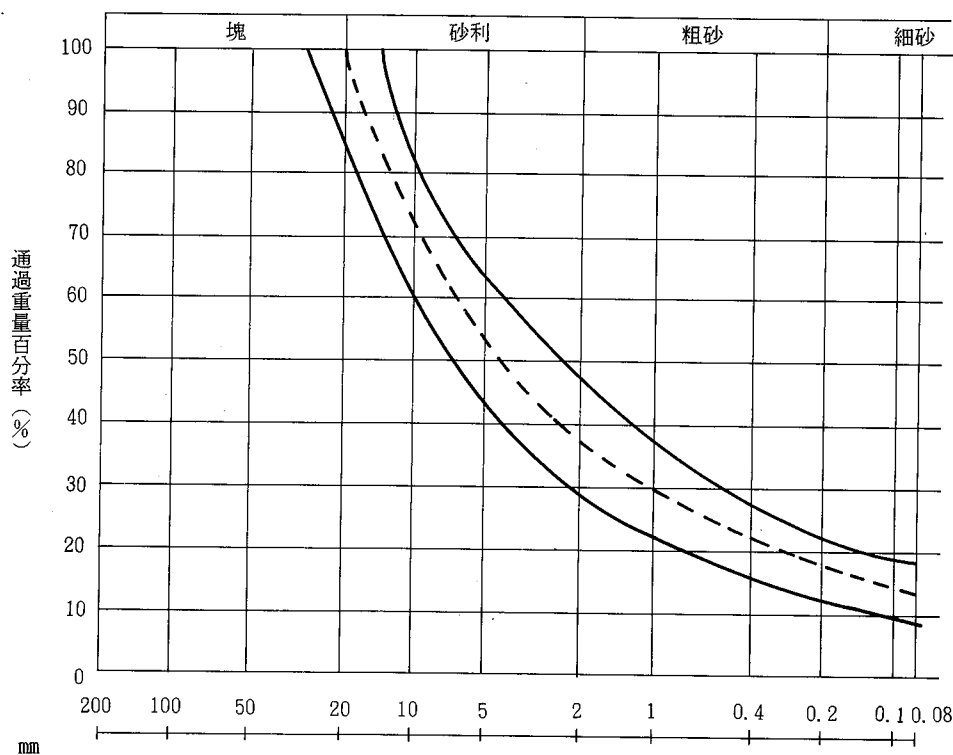
転圧コンクリートは水量の変化に非常に敏感であり、水の過剰または不足により、強度特性が著しく低下する。また、水量不足は材料分離の危険性及び締固め困難にしばしばつながる。

過剰の水は不安定さをもたらす、表面平坦性の欠除（側方への盛り上り）につながる。こうした鋭敏性は最適

* 前出、省略

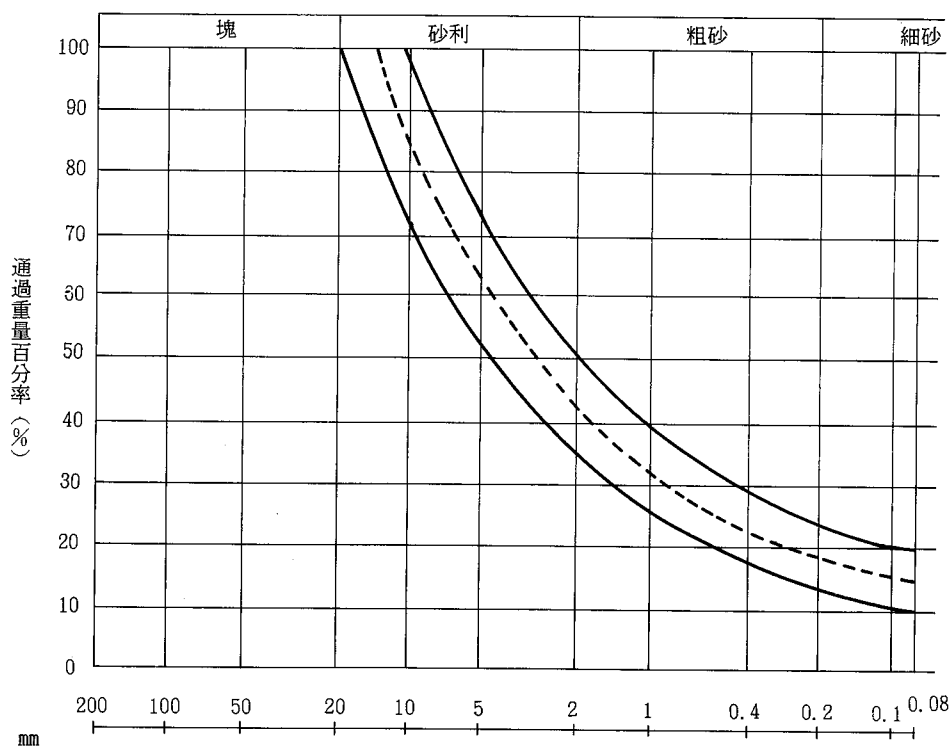
** I P I 法による軟度試験は、不安定な材料の場合（例えば丸い骨材の割合の多い混合物及び水量に敏感な材料の場合）に有効である。すべての混合物に対し、型通りの試験というわけにはいかないが。）

*** I.P.I.については、前出の水硬性結合材安定処理路盤施工基準・付録中の手順を参照。



ふるい 寸法 mm	通 過 %		
	最小	最大	平均
31.5	100	—	—
20	85	—	100
10	60	83	72
6.3	47	69	59
4	39	59	49
2	29	47	38
0.5	18	30	24
0.2	13	23	19
0.08	10	20	15

図1 20~0mm骨材の場合の転圧コンクリート用標準粒度曲線（結合材含む）



ふるい 寸法 mm	通 過 %		
	最小	最大	平均
20	100	—	—
14	84	—	100
10	73	97	85
6.3	59	81	70
4	49	67	58
2	35	51	43
1	26	40	33
0.5	20	32	25
0.2	14	24	19
0.08	10	20	15

図2 14~0mm骨材の場合の転圧コンクリート用標準粒度曲線（結合材含む）

表1 結合材の配合(指示段階)

	フライアッシュなし (シリカアルミナ質)	フライアッシュ使用 (シリカアルミナ質)	
セメント	8～14%	普通セメント (CPA) 5～10%	混合セメント (CPJ) 7～10% または特殊結合材*
フライアッシュ (シリカアルミナ質)	—	3～6%	5 %
消石灰	—	—	1 %
* 場合により、4 %までの水硬性フライアッシュを等量 % のセメントと置きかえることができる。			

値の上下に0.5 % 変化した場合にあらわれる。水量不足は局部的な凝結不良をもたらす危険性もある。

7. 仕 様

版厚は、試験室で測定した転圧コンクリートの強度等の物性から決められる：試験はφ16×32cm供試体について行うが、締固めは振動・加圧で行う。ブラジリアン割裂試験によりブラジリアン引張強度(RtB)、または直接引張試験により引張強度を求める。

ブラジリアン引張強度(RtB)は直接引張強度(Rt)の1.25倍に相当する。

$$RtB=1.25Rt$$

同じ供試体で、破壊荷重の30 % の点における弾性係数Et (セカントモジュラス) を測定する。

計算に用いる値は、基礎配合物の5個の供試体の平均値をとる。(その供試体は、現場で施工される平均的配合物について行い、水量及び締固め度は現場で目標とするものとする。締固め度は修正プロクター法最適値の97 % 以上とする。)

7.1 中程度交通 (T 2 及び T 3) の新設道路

転圧コンクリートの物性として、「コンクリート舗装の施工(振動締固めコンクリート)に関する一般技術指針」28分冊(le Cahier des Clauses Techniques Générales, Fascicule 28)の規定が用いられる。

この場合、基準強度に相当する28日*平均強度は下記の値以上でなければならない。

$$RtB>3.3MPa$$

7.2 軽交通(<T 3)の新設道路

軽交通新設道路設計マニュアル**では、転圧コンクリートを水硬性結合材安定処理と同様とみなし、表2のように混合物区分を示している。

7.3 現道改良

現道改良の版厚は、道路の残存性能と転圧コンクリートの特性に応じて、それぞれのケースで決まる。

* 試験は一般に28日で行うが、硬化の遅い結合材を用いる場合は、より長い材令(90日)で試験を行うことができる、その場合は28日における強度限界値も決めておく。また、現場の管理に使用する若材令の特性値も規定する。

** Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic SETR-LCPC 1981

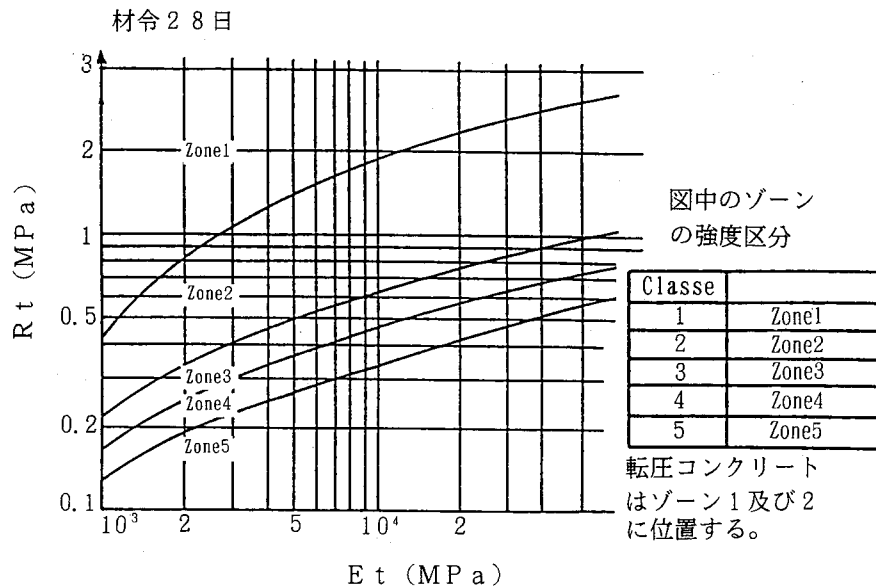


図3. 転圧コンクリートの強度区分

8. 可使時間

8.1 転圧コンクリートの可使時間

一定時間転圧可能な状態にある時間を「転圧コンクリートの可使時間」と呼ぶ。

転圧コンクリートは結合材の凝結の進行に伴い、その可使性能を急速に失っていく。すなわち、自由水は結合材と結びついて潤滑剤としての役割を失い、一方では結合材-骨材間の結合によって混合物に硬度を生じさせる。

転圧コンクリートの可使時間は、結合材の凝結がゼロもしくは非常に弱く、施工及び締固め作業が可能な時間で、混練時から測定される。

現場経験から、施工条件に応じた最低可使時間を提案することができる。それを表3に示す。

表3. 現場条件に応じた転圧コンクリートの最低可使時間* *

工 事	可 使 時 間
交通非開放の新設道路及び現道改良の場合	
ー全巾施工で敷均し時の平坦仕上げなし	6h
ー半巾施工	10h*
ー全巾施工で上記仕上げあり	10h
交通開放下の現道改良	12h*

* 第2の半巾分の施工が同時に行われる場合、この時間は延びる。

** 訳注、可使時間の定義は、結合材の凝結がゼロもしくは非常に弱く、施工及び締固め作業の可能な時間である。その測定方法として、円柱供試体（ $\phi 16 \times 32$ cm、加圧振動締固め）中の音の伝播時間から求める方法が規定されている。（水硬性結合材安定処理路盤基準・付録）

8.2 凝結遅延

水硬性結合剤安定処理路盤基準に示されている。

第2部 施工

この第2部では現場に関する次の問題を扱う：

- －材料供給
- －転圧コンクリートの製造
- －施工、敷均し、締固め及び表面仕上げ
- －転圧コンクリート層の保護

基準資料は「水硬性結合材安定処理路盤施工基準*」である。

1. 供給－貯蔵置場

一般的な事項は、「骨材貯蔵技術指針（置場）**」に示されている。

可能な限り抽出前に水量を管理するため、骨材（及びフライアッシュ）をストックする。

粉体のサイロ保管で特に注意を要する点はサイロの容量である。

2. 製造

転圧コンクリートの製造は、プラントで行うことが必要である。通常用いられているのは安定処理用プラントである。（生コンプラントも考慮対象になる）

混合プラントは水硬性結合材安定処理路盤基準、あるいはセメントコンクリート舗装基準にそれぞれ合致すること。

次の点について特に検討が必要である：

2.1 粉体用サイロ（セメント、石灰、乾燥フライアッシュ）

サイロの数はセメント、乾燥フライアッシュ、場合によって使用される生石灰について、最小必要量に割増しを行った1日当りの使用量をもとに計算される。

計算のさいには、供給の規則性及び輸送車両の容量を考慮に入れなければならない。

転圧コンクリート配合物は粉体量が多いことを考慮に入れ、安定処理の従来型プラントの場合はサイロと計量器の容量を大きくしなければならない。

サイロ及び計量器の容量不足は、プラントの製造能力の低下をもたらす。粉体計量器を変更しない場合、公称400t/hの安定処理プラントは150～200t/hの能力になる。

2.2 湿潤フライアッシュの計量（ホッパー方式）：

湿潤フライアッシュのホッパー計量器への投入にはいくつかの問題がある。その投入を容易にするため、次の事に注意しなければならない：

－ホッパースケールの前にdematteurシステム（ほぐし機構か）をつけることが大抵の場合必要になる。（ホッパースケールの前の）最初のホッパーにハンマ式粉碎機をつけることでよい結果が得られている。

－ホッパーには少なくとも2個のバイブレータ、1個はホッパー下部、1個は同じく上部につけることが必要である。各バイブレータは生じた問題に応じて作動させる。（アーチアクションまたは詰まり）

－ホッパー壁の角度は出来るだけ小さくし、引出口の寸法を出来るだけ大きくする。

更に、フライアッシュのホッパースケールの入口に格子をつけ、塊状の異物や他のブロックが入り込むのを

* 前出、** Guide technique stockage des granulats. Aire de stockage SETRA-LCPC1981

*** Directive pour la “Réalisation des Chaussées en Béton de Ciment” SETRA-LCPC1978

防ぐのがよい。

フライアッシュの流れを常に監視し、閉塞した場合すぐ対応が取れるようにする必要がある。

3. 運搬

分離を出来るだけ防ぐため、運搬車への積込みには、分離防止装置のついた緩衝ホッパーを通し、かつ、車輛中への落下高さを出来るだけ小さくして行う。

混合物はダンプトラックで現場まで運搬する；雨模様の時、暑く乾燥した天候の時には、最適含水量を保持するため覆いが必要になることが多い。

4. 施工

敷均し及び転圧は、可使時間の限度内に終えなければならない。

転圧コンクリートは原則として表層シーリングなしでは表層にされていないが、その施工にあたっては特に表面の品質（均一性、強度及び平坦性）に重点を置かなければならない。

転圧コンクリートは、使用する結合材に応じ、異なった硬化速度をもつ。

条件の悪い季節でこの硬化が十分進んでいないときには、凍結や水的作用により損傷を生じる可能性がある。

従って一般には、凍結時期の少なくとも2ヶ月前以降に工事を行うことは避けるのがよい；ただし、硬化の速い結合材の利用（例えば、クリンカ量の多いセメントの利用）によってこの期間を短くすることが出来る。ただし、仕様に従った実験により結合材の変更に伴う条件設定を行わなければならない。

転圧コンクリートは、含水量の変動に敏感なので、雨天、乾燥した暑い日に施工するのは避けるようにし、現場での（噴霧による）持続的散水が確保されなければならない。

4.1 路 盤

転圧コンクリートは一定の厚さに敷均され、適切な方法で転圧されなければならない。また、それを受ける路盤は、その形状や支持力の点で良好なものでなければならない。

一方、転圧コンクリートの乾燥を防ぐため必要に応じて路盤に散水を行う。特に、路盤が吸水性の高い材料からなる場合や高温の場合に必要なになる。

4.2 敷均しと整形

転圧コンクリートの施工は可能な限り層厚15～25cm、長手方向のジョイントを避けるため全巾で行われる。

敷均し機械として使用可能なものは：

- －スリップフォームペーパー（これは敷均し層の表面仕上げも可能）
 - －アスファルトフィニッシャー（しかし、現在のフィニッシャーでは転圧後で22cm厚が最大値のように思われる）。
- 現場経験から、現在のところ最もよい表面性状（平坦性）の得られる施工方法として次のことが推奨される。

- ・まず、グレーダ、ブルドーザ、フィニッシャー等で、混合物を敷均し、所定値より数cm厚く成形する。
- ・次に振動ローラによる予備的な転圧を行う：この方法で混合物の盛上がりを押さえることができる。
- ・敷均し最終の平坦仕上げ（rabotageかんがけ）は、その目的のため特に充当されるグレーダにより敷広げた層を最終厚さにする。余分の混合物は除去する；

その除去物は可使時間内であれば路側または前方部分に使用できる。

現場が認めれば、ガイド装置（線またはレーザ）を用いることができる。

- ・混合物は必要な場合、湿らすことができる。
- ・次いで、振動、その次にタイヤで転圧する。
- －敷均し時の平坦仕上げは、薄い層の混合物を残さないよう行わなければならない。削り取った材料は完全

に除去されなければならない。場合によっては、可使時間に余裕があればその除去物を現場に再利用できる。再利用しない場合は材料の減少（数cm分）を計算に入れなければならない。

－平坦仕上げの後に、振動ローラ、次いでタイヤローラで効果的な締固めを必ず行わなければならない。

4.3 締固め

転圧コンクリートの締固めに対する敏感性を考慮し、工事のこの段階は特に注意を払う必要がある。

締固めは、水硬性結合材処理または無処理路盤施工指針及び水硬性結合材安定処理路盤基準の記述に従って行うとよい。

4.4 転圧後の水分保持－アスファルト防護層設置前

結合材の水和は十分な水の存在下でのみ行われる。転圧コンクリート層の表面が乾燥しないよう監視し、必要な場合には（多くの場合そうだが）適度な散水を行う準備をしておかなければならない。（理想的な方法は、表面を洗い流すことのない継続的な噴霧である）

4.5 端部の転圧

転圧コンクリート層の端部は十分に締固められなければならない。

それを確保するためには、路側部分の材料を予め直線に整形し、車道路面と同時に転圧するのが望ましい。そうすると、車道路面部分は施工時におのずとくさびで固定されたような状態になる。車道路面層と路側に馬乗りになって転圧機が進み、クリープによって変形する危険なしに車道路面の端部における最良の転圧が可能になる。

次の方法が推奨される：

- ・最初の段階では、ローラ（振動なし）をその巾の約1/3を路側に、2/3を路面上において進行させる。
- ・次の段階では、ローラ（相変わらず振動なしで）を全部転圧コンクリート上にのせ、路側上に押しつけるようにして通す。そのあと通常の方法で転圧する。

もし、路面に先立って路肩の施工が必要な現場の場合には、供給された混合物の列の中に予め排水用の溝を作ってくさびで固定し、特に雷雨の場合などに路面上に水がたまることを避ける配慮が必要である。

4.6 ジョイント及び作業の再開

4.6.1 長手方向のジョイント：半幅施工の後半部の路面の施工では、前半部の一部であるジョイント部分とその凝結前に転圧されるようにしなければならない。現場担当者は、打設された前半部の可使時間以内に路面全体の施工が行われるようにし、ジョイント部の水分が次の施工まで保持されるようにしなければならない。

4.6.2 横断方向のジョイント：

薄い層での舗設と強い熱によるブローアップの危険を避けるため、現場の各工事再開部分では、転圧コンクリートを垂直の面に切断する。

ジョイントに沿っての締固め再開時には特にそれに従うこと。

工事再開時のすりつけ部の切断を容易にするため、次の手順をとる。

* Guide pratique : Compactage des assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques ou non traitées-SETRA-LCPC-1982

- 斜面部の施工前に、路盤上に水平にシートを敷込む。
- 接合用の傾斜部を作る。
- 混合物を締固める。
- 転圧コンクリートを横断方向に約30cmもしくは全厚についてカットする（例えばモータグレーダで）。
- この切断部を結合材の入っていない混合物（砂利等）で詰め、転圧する。
- 現場の再開時に傾斜部、シート及び結合材の入っていない混合物を除去する。

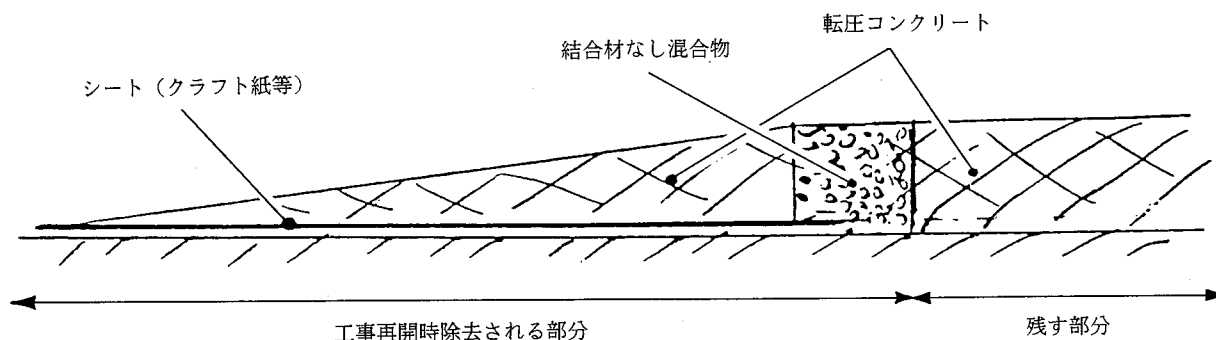


図3. 工事再開部の施工方法

5. 転圧コンクリート路盤層及び交通路面の保護

若材令の表面を保護されていない転圧コンクリートは交通、特に現場交通による侵食と厳しい気象条件の影響を受けやすい。急速施工の場合、交通により表面のえぐりや‘めんどりの巣’のような形の損傷を引起す可能性がある。

5.1 保護

転圧コンクリートは短期的には乾燥に対し、次いで長期的には交通による侵食*に対して保護されなければならない。

転圧コンクリート層の保護は次のような方法で確保される。

なお、本資料は、低交通量またはT2交通に限定していることに再度注意されたい。

表4. 転圧コンクリートの保護

工 程 順 の 作 業	作 業 仕 様
転 圧 直 後	噴霧または直接散水による含水状態の保持のための処理
作業当日（一般に当日の最後）または遅くとも翌朝	アスファルト残留分約600g/m ² 、pH≥4のエマルジョンに、4～6mm小砂利を組合わせた養生用コーティング
少なくとも数日間交通を通した後で、清掃後	複層コーティングまたは2回小砂利処理の1層コート**（enduit monocouch double gravillonnage） （低交通量に対して、そして養生剤の品質によっては、単層コートのみの場合がある。）

* 後者の侵食は、自動車交通を主用途とする路面に要求される表面性状(平坦性、すべり、etc.)とも関係する。

** 施工後数ヶ月経過し、第1次のひびわれが出た後にこのコートを行うと、転圧コンクリート層に良い不透水性を付与できる。高温塗布の結合材、または改良品を施工することにより、好結果がもたらされることが多い。

5.2 表層の他の処理法

‘表面コート施工基準’ ***を参照のこと

6. 平坦性の重要性

平坦性は（転圧性ととともに）、転圧コンクリート工事の成功度の第1の判断基準である。

もし、十分な平坦性が得られない場合は（劣った現場施工の結果として）、短時日後に後工事が必要になる。

例えば、新たなコートによる表面仕上げまたはアスファルトコンクリートによる1層施工。

この工事はかなりの超過支出になるとともに、再コートの場合の材料損失にもつながる。

従って、施工にあたってよい平坦性を得るための規定4.2に記した内容や経験上示されている事項を尊重することが必要である。

平坦性は、請負業者及び特に施工チームの経験による所が大きく、工事完了引渡し時に必要な平坦性の最低基準を厳密に明示しておくことが有効である。

7. 初冬期における工事

次の理由により、初冬期の工事開始を避けるよう配慮した方がよい（硬化が著しく速い結合材を使用するような特別の場合を除いて）：

- 未硬化の転圧コンクリートは凍結しやすいこと、
- 強い降雨は工事を困難にするかあるいは注意させ、低水準の施工につながることを、
- この時期には、表層コートの施工が困難なこと。

*** Directive pour la réalisation des enduits superficiels, SETRA-LCPC1978

資料-3

転圧コンクリート：計画、版厚設計-SETRA・道路土工部技術情報 No18. 12. 1985

(Béton Compacté: Conception, Dimensionnement, Note d'Information de la Division Chaussées Terrassements du SETRA, N0.18)

要 旨

この技術情報は、最近刊行された「転圧コンクリート舗装指針」に付属するものである。この指針はRCCPに関する材料及び施工に関する現状の基準を決めている。

本情報は、現状あまり整理されていないが、舗装構造の計画の問題を取扱い、版厚設計上の仮定条件、遭遇するであろう問題点及び現状として推奨すべき構造について述べたものである。

(以下、主要部分の訳)

まえがき

転圧コンクリートの施工関係のことはかなりの知識が得られ指針にまとまった。

この技術情報の目的は、試験施工の初期経過段階における観察結果をもとに、第一次の結論及び版厚設計と構造に関する規定の動向を示したものである。

歴 史

フランスでは1976年に最初の版の施工が行われた。そして、1980～81年以来、アスファルトの節減を主目的に発展してきた。この技術は、高強度の得られるコンクリート舗装と施工後すぐ交通開放可能な安定処理工法の利点の組合せを狙った。初期の施工では性能上の欠陥、特に表面性状の問題があったが、現在ではかなり管理された状態になり、指針にまとめられた。また、1980. 2月に官庁通達(Circulaire)により、エネルギー節約のため交通量T2（訳注・5t以上の車輛150～300台/日で、6段階中の下から3番目）以下、場合によってはT1（訳注・同じく300～750台/日）に使うよう奨励された。SETRA, LCPC, CETE及び現場責任者のグループで、転圧コンクリートの適切な応用分野を明確にするため、新設及び改良道路の構造の考え方を取りまとめた。

特に検討を行った事項は次のとおりである。

- 実験室と現場の性能の相違及びそれに基づく舗装の考え方
- ひびわれ
- 平坦性を確保する上での問題点

実験室における強度特性

指針では実験室における最低の所要性能として、割裂引張強度(RtB)を規定した。

舗装面での必要性能は、強度、ひびわれ、平坦性である。

1. 現場における強度

現場コアの実性能と実験室データの比較は難しい。すなわち、

- コアが必ずしも全体からとられない。
- 供試体寸法が同一でない。
- 硬化強度が等しくない（材令の相違、材令が等しくても硬化程度が異なる）
- 締固め度に勾配があることから、コア中の強度の不均一。測定値は平均値を表す。

両者の関係については種々の意見があるので確認が必要であり、また、強度は製造時の影響を敏感に受けること

を考慮に入れることが大切である。

1. 1 転圧コンクリートのコアの解析から、底部に締固め度の大きな勾配があり、下部の5 cmでは締固め度の低いことが示されている。

下層では締固め度95%以下、時には93%にもなっていることがある。それに伴う強度低下も大きく（前者で20%、後者で40%近く）、性能に大きなバラツキのあることが示されている。

極端な場合を除き、平均的な現場では現場舗装面の強度は試験室の25～30%低下する。これは、コアが下部の弱い部分を含めた平均値を与えていることを示している。

2. ひびわれ

2. 1 ひびわれ間隔は、状態が安定する十分な材令が経過した時点ではほとんど調べられていない。しかも、初期の転圧コンクリートは平坦性が悪いために被覆が行われているので、ひびわれの発見が遅れる。

こうした状況下で、転圧コンクリートのひびわれ間隔は転圧コンクリートの品質に応じ7～50mとなっている。

また、ひびわれ間隔が大きいと巾が大きくなることが認められており、巾は1～数mmにもなるが、こうした所では鉛直方向の応力の伝達は期待できない。

2. 2 ひびわれ部分の衝撃

－すべてのひびわれ部分で比較的強い衝撃が生じている「コンクリート舗装」タイプの部分。この部分は温度の影響を受け、寒い時期にはひびわれが開き、暑い時期は閉じる。

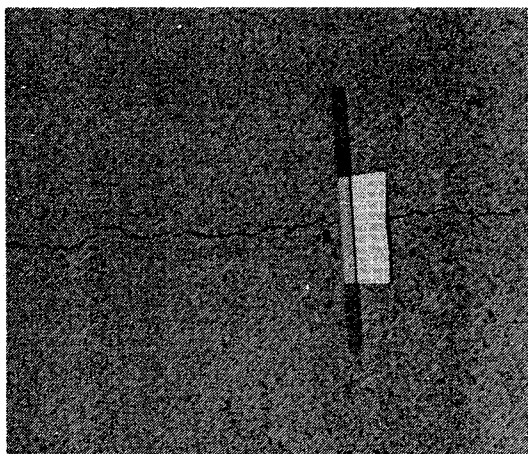
－「安定処理路盤」タイプの挙動をする部分。ここではいくつかのひびわれについてのみ比較的強い衝撃がみられ、それ以外のひびわれでは衝撃が少ない。後者のひびわれは温度に鈍感である。

2. 3 交通下でのひびわれの発達（分離、欠け）

材令2～4年で行った転圧コンクリートの現場観察結果では、いくつかのケースで特に憂慮すべき収縮による横断ひびわれが見られた。

これらのひびわれは構造に影響する恐れがあり、かなりの費用をかけた補修の必要性を示している。

示した2枚の写真は、一つの満足すべきひびわれの例、他の一つはひびわれに結びついた重大な損傷の例である。



通常の路盤では、その上面に塗布されたアスファルト被膜が交通と気象作用の侵食に対する防護の役割をするが、転圧コンクリートの場合は一般にその防護膜がないので、施工上の欠陥（はくり、ジョイント接合不良、転圧不足、水量の過大、過小、掃除不十分等）が極めて早く現れてくる。

従って、施工品質については、短期及び中期（施工後6ヶ月～3年）で入念な観察を行う必要がある。

平坦性

図1は、モータグレーダまたはアスファルトフィニッシャで施工した転圧コンクリートの11現場で測定した平坦性の分布である。

このグラフから次の事項が認められる。

1. 曲線が大きく3群に分けられる。すなわち、平坦性が非常に悪い2, 4, 6の曲線、平坦性のよい8, 9, 10, 11の曲線、そして、その中間の1, 3, 5, 7の曲線である。
2. 曲線2, 4, 6は他と明らかに異なっており、フィニッシャを使ったNo. 6が最も悪く、他はフィニッシャとグレーダ及びグレーダだけの現場である。
3. 得られたすべてのデータは、APL25の施工管理に関する通達で目標としている品質を下まわっている。特に2, 6は通達で再整形を必要とする範囲に入っている。
4. 以上の考慮からでは、平坦性が劣るため転圧コンクリートの技術を避けさせるような結果になる。しかし、これは次のことからやわらげられる必要がある。
 - －いくつかの現場では他よりも良い結果がでていること、
 - －本技術は特に2次的道路用に開発されてきたもので、平坦性を犠牲にしても建設費と維持費の経済性を追求してきたものであること。

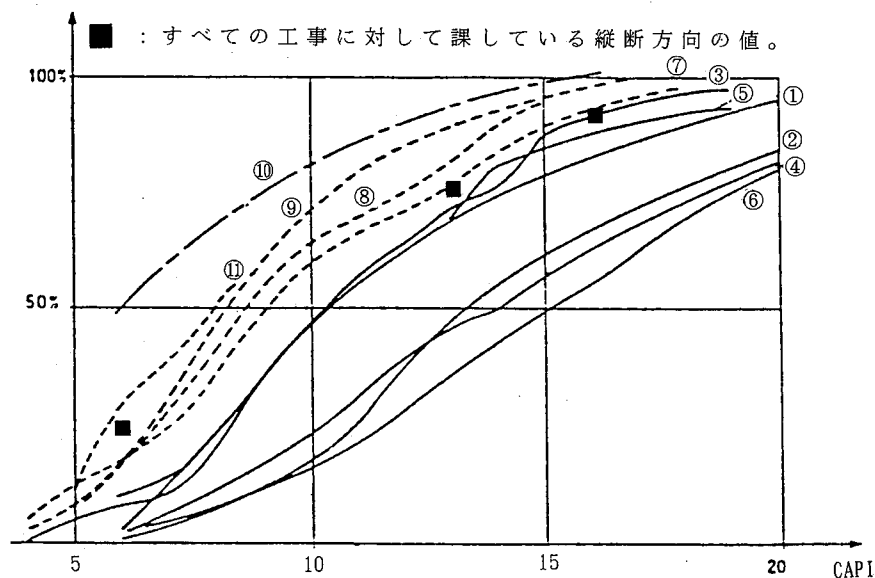


図1.転圧コンクリートにおける平坦性測定結果の分布

5. 実施された選択

単なる表面コーティングでは、転圧コンクリートにより平坦性を得ることは困難であり、この技術の用途の制限につながる。

5.1 平坦性が求められる交通量の多いTO及びT1の舗装については、この技術は一般化しないかもしれない。

通達の基準値を守りうる理想的な試験施工を行う必要がある。表1に示したCAPLの基準値は、よいグレーダを用い、よい施工を行えば守ることが可能であろう。

表1. CAPL(中央土木研)が、転圧コンクリートの施工に対し、実現可能な値として採用している限界。

CAPLの限界	<6	<13	<16
測定値(%)	25	70	85

(訳注、5.2は番号、記述なし)

5.3 よく適合した施工法についての研究は、アスファルトコンクリート舗装で得られている平坦性に匹敵する値を目標にしなければならない。

計画・版厚設計

1. 考え方の選択

この選択は次の各種の考察を総合したものになる。すなわち、表層、構造上の規定（例えば層の拡巾、排水）、施工条件（層の最大厚、厚さのばらつき）、その後の維持の容易さ（または困難さ）。

こうした選択は、厳密な意味での理論計算を行わず、経験や機能に関する理解に基づいて行われる。すなわち、

1.1 大きなひびわれを伴う剛性材料を利用するので、その部分で「衝撃」が生じ、交通量の多い所ではポンピング現象につながる。

その対策として、非侵食性の基礎、層の拡巾、排水がある。

1.2 転圧コンクリートは安定処理路盤と同様に施工されるので、最大層厚は28cm程度で、厚さのばらつきが大きい(3 cm)。ここに、従来のコンクリート舗装との違いがある。

1.3 指針類を尊重すれば、表面の堅硬度は非常によく、交通路面はコーティング程度でよい。

しかし、従来の施工法では交通量の多い道路では許容されない平坦性レベルである。適当な平坦性をうるのに、8 cm厚のアスファルトコンクリートを表面にのせるのが適当とも考えられるが、次の2つの理由から取上げられなかった。

－この材料の特性は、表面コーティングだけで済むことにあるので、それを厚く覆うとこの工法を殺すことになる。

－技術面においては、非常に巾の広がるひびわれ上に8cm厚の層を置くことに対する不安（網状クラック、角欠け）。

したがって、ここでの計画上の問題としては、交通量区分T2及びT3（またはそれ以下）で生じてくるものだけを対象とする。

2. 構造上の規定

2.1 層の拡巾

道路の巾員7 mに対する層の拡巾は、ポンピング現象を防ぎ、かつ、重荷重を受ける全部の巾を適切に締固めるためのものである。

表2. 層の平均幅(2方向道路)

	コンクリート道路		水硬性結合材安定処理道	
	版巾 (m)	路床巾 (m)	路盤巾 (m)	路床巾 (m)
T ₂	8.0	8.3	8.25	9.3
T ₃	7.5	7.8	8.25 (7.85 si ES)	9.3 (8.0 si ES)

この観点で、従来コンクリート舗装の構造上の規定と水硬性結合材安定処理で通常用いられている規定を比較してみると興味深い。(表2)

転圧コンクリート舗装が安定処理による舗装と同様な施工方法をとっていることを考慮に入れ、舗装の使用巾部分を端部まで十分締固めるため、安定処理と同一の層の拡巾を構造上の最低必要条件として採用した。

注) 低交通量の2次的道路(<T3)の場合には、車道層の巾に対し、路盤を20cm大きくしておけばよいであろう。表2についての検討結果から、この規定に準じれば、T2以下の交通量に対してはポンピング問題に対し、十分な保証が得られている。(ただし、路床巾はコンクリート舗装の場合と同一とする)

2.2 排水

剛な材料を用いた舗装を良い状態におくには、横断方向の排水が必要である。

交通量T3以上のすべての場合、側道部分にはフリーな微粉を含む材料を使用するのを避け、浸透水を排除できる材料を用いる。

3. 版厚設計

ここでは、新設道路(中及び軽交通)及び現道改良道の版厚の問題を取上げる。

T3を超える交通量の舗装に対しては、Catalogue des Structures Types de Chaussées Neuves (新設道路構造物基準類、1977年)あるいはGuide de Dimensionnement des Renforcements(現道改良の版厚手引き、1978年)で用いられている仮定と同一のものを採用する。

軽交通に対しては、Manuel de Conception des Chaussées Neuves à Faible Trafic (低交通量新設道設計マニュアル、1981年)に準拠する。

いずれの場合も、混合物の性能に関する仮定は次のようになっている：

— $R_t = 1.85 \text{ MPa}$, ($R_t = 0.8 R_{tB}$ として、現場道路と試験室間の性能に30%の低下があるとする)。

従って試験室では $R_{tB} > 3.3 \text{ MPa}$ となる。(訳注・ R_t :引張強度、 R_{tB} :割裂引張強度。そして、 $1.85 \times 1/0.8 \times 1/0.70 = 3.3$)

— $E = 2800 \text{ MPa}$

従来のコンクリート舗装でとられていると同様の縁部効果(応力の40%割増し)がさらに計算に入れられる。

3.1 中交通の新設道路

転圧コンクリートを用いた、中交通新設道路の版厚として、表3が与えられている。同表では、版の等級と交通量区分の組合せで厚さが示されている。

表3. 新設道路の舗装厚(Bc:転圧コンクリート)

	PF ₁	PF ₂	PF ₃
T ₂	24 Bc	24 Bc	22 Bc
	18 Bc	15 Bc	15 Bc
T ₃	22 Bc	22 Bc	25 Bc
	18 Bc	15 Bc	

Manuel de Conception des Chaussées Nouves à Faible Trafic (前出) では、表 4 の版構造を与えている。

その場合の仮定条件は次のとおりである：

- －耐用年数：20年
- －重交通の増加率：4%
- －交通による侵食率：交通量に応じ0.8～0.4

表4. 軽交通区分の新設道路の舗装厚

	1	2	3	4
t_3	18 Bc 15 Bc	28 Bc	25 Bc	22 Bc
t_4	28 Bc	25 Bc	22 Bc	20 Bc
t_5	25 Bc	22 Bc	20 Bc	18 Bc

3.3 重交通道路の改良

表 5 に示した値は、Guide de Dimensionnement des Renforcements de Chaussées Souple (たわみ性舗装の改良における版厚手引き) で中程度厚さの場合について提案されているものと同一である。

表5. 弾性舗装の現道の改良における舗装厚

Ti: 交通区分
(重交通域)

$C_j \backslash T_i$	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
T_2	—	—	—	22 Bc	24 Bc	24 Bc
T_3	—	—	—	—	20 Bc	22 Bc

3.4 軽交通道路の改良(d:たわみ特性)

表6. 軽交通区分の弾性舗装現道改良における舗装厚

$d \backslash t$	150-200	200-300	> 300
t_3	—	20	20
t_4	—	18	15
t_5	—	—	15

d: たわみ
ti: 交通区分
(軽交通域)

技術的・経済的研究

転圧コンクリート構造(Bc)のコストを、軽交通用のアスファルトコンクリートによる薄層または表面シールを行った半剛性構造(GH)及び従来コンクリート構造(BC)のコストと比較した。

どの構造も、同一交通量区分に対しては維持費は同一であると仮定し、投資費用のみに基づいて比較を行った。

比較は、まず平均的な経済条件で行い、次いで運搬距離に対する仮定条件の影響度の検討を行った。

これらの比較を行うにあたり、10%以上のコスト差のみが有意であると仮定した。

各現場に特有の条件が、対象技術のいずれかに有利に働く可能性のあることを考慮すると、これら3種の構造は競合し得る状態にあると考えられ、それらの中はいくつかは小さい。

1. 平均的条件下における各技術の比較

中間的交通量の道路を対象にした場合、50～100台/日/方向(t3区分、原文のこの部分は小文字のt)の交通量域の部分だけで転圧コンクリートが有利になる。

この中交通量の場合、路盤が水硬性結合材安定処理層の半剛性構造の時は、表面シールでなく、アスファルトコンクリートの車道層を置くことが助言されている。従って、この条件下では転圧コンクリートの競争力は非常に大きい(他の競合技術に比し、15～20%コスト安になる)。

t3以下の低交通領域(t4またはt5)に対しては、安定処理層の上の被覆層の必要性がなくなり、転圧コンクリートの優位性は急速になくなる。

1.2 現場改良

T2交通量区分に対しては、検討対象の全技術(BC、Bc及びGH)がコスト差10%以内であって競合状態にある。

T3交通区分では転圧コンクリートが最も経済的である。これより低いt4, t5交通区分(この領域では水硬性結合材安定処理上に表面シールする工法がとれる)に対しては、この利点は完全になくなる。

2. 骨材運搬距離の経済性検討結果への影響程度

次の種々の場合について検討した。

- －骨材に恵まれない地域
- － “ 恵まれた地域
- －表層用骨材に恵まれない地域

その結果は、上記結論を基本的に変更させるものではなかった。しかし、現道改良における、半剛性舗装に対する剛性舗装(BC及びBc)の利点が強調された。

3. 結 論

コンクリート舗装に対するコスト低減効果が小さいことから、転圧コンクリート技術は新設道路の分野では非常にゆっくりとしたその利用分野の拡大が考えられ、一方、特に現道改良分野ではその利用が大きく開けるに違いないと思われる。というのは、この分野では剛性舗装が潜在的に競争力をもっているようにみえるからである。ただし、その発展にあたっては、転圧コンクリート技術でまだ未解決な工事上の制約にぶつかるであろう。

経済性の面からは好ましいこの工法の発展は、次の2点を含む技術的な改良が行われた後のみ進むであろう。

- －現状みられる各問題点の解析、診断、そして、それを回避するための手段。
- －特に重交通区分に対しての平坦性の改善。

これらの改善を期待しつつ、重交通区分の国道網においては、転圧コンクリート技術は実験段階にとどまるであろう。

参考文献

- SETRA-LCPC-Catalogue des Structures Types de Chaussées Neuves (1977) .
- SETRA-LCPC-Guide pour le Dimensionnement des Renforcements de Chaussées Souples (1978) .
- SETRA-LCPC-Manuel de Conception des Chaussées Neuves à Faible Trafic (1981) .
- SETRA-LCPC-Bétons Compactés-Recommandation (1984) .



米陸軍工兵隊仕様によるRCCP試験施工の一例

米陸軍工兵隊では、RCCPの施工にあたっては、本施工に先立って複数の舗装レーンからなる試験施工を実施し、RCCの施工性、表面やジョイントの仕上がり状態、密度及び強度（7日、28日後の圧縮強度及び曲げ強度）などを確認して、RCCの配合と施工方法の検討を行っている。以下の図-1及び図-2に、本RCCP欧米調査で入手したRCCP試験施工のレイアウト及び転圧パターンを参考として示す。当試験施工は、1986年10月に、ケンタッキー州フォートキャンベル基地の重車輛駐車場におけるRCCPの施工に際して実施されたものである。

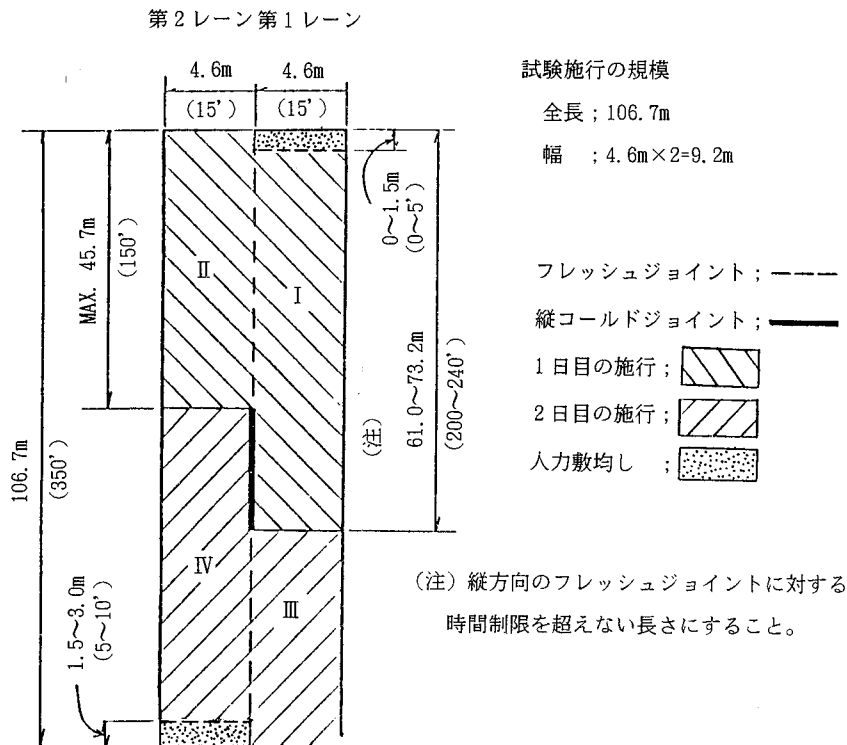


図-1 試験施工のレイアウト

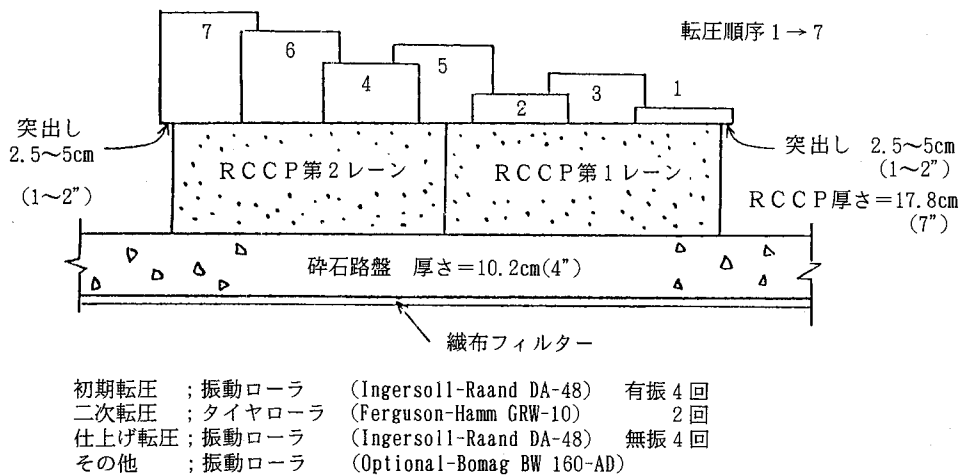


図-2 転圧パターン

複数舗設レーン時の転圧パターン

RCCPをコンテナヤードのような多数の舗設レーンで構成される場所に施工する場合、縦及び横施工ジョイント部の適切な処理が極めて重要である。

また、このジョイントに関連した転圧パターンは通常の道路の場合でも重要な部分である。以下は文献³⁶⁾より、この関係の部分抜粋したものである。なお、使用した各図は鉄輪ローラによる最初の2パス（1往復）の部分で示している。

(1) 最初の舗設レーンの転圧

図-1のように転圧する。すなわち

- 1) 舗設レーンの外縁から転圧輪を2.5～5cm (1～2in.)外に出るようにして転圧する。これはRCCを閉じ込めて、その後の転圧によるRCCの側方への過度の移動を防ぐためである。
- 2) 舗設レーンの内縁側は転圧輪を内縁側より30.5～45.7cm (12～18in.)以上内側にシフトして転圧する。これは、この残された部分をフレッシュジョイントとするためである。
- 3) 舗設レーンの中央部未転圧部を転圧する。

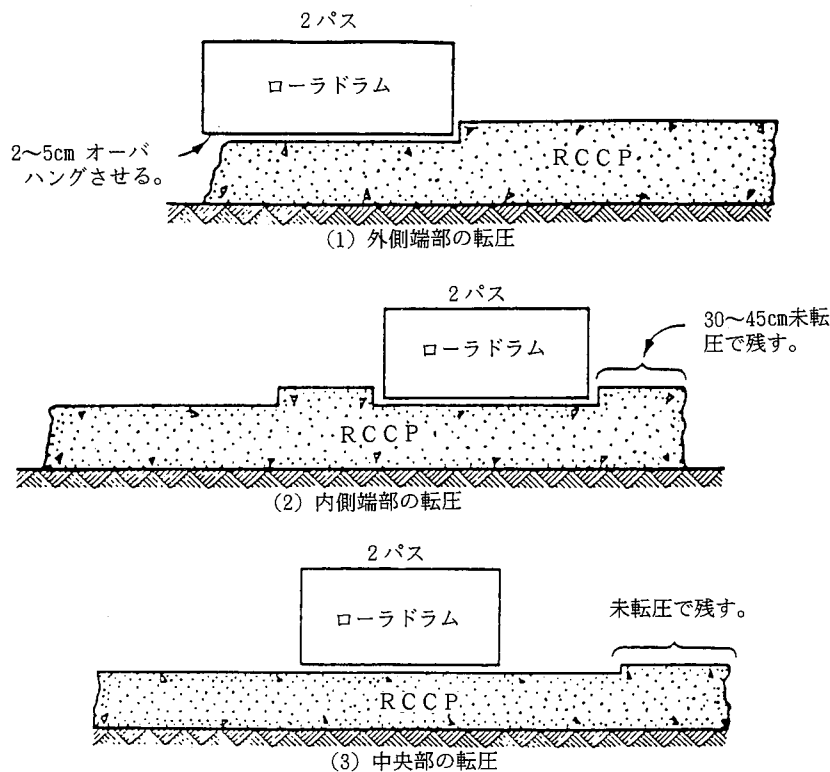
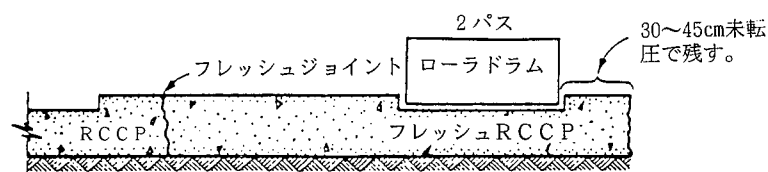


図-1 最初の舗設レーンの転圧

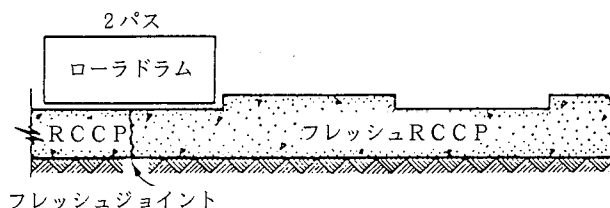
(2) フレッシュジョイントの施工

図-2のように転圧する。すなわち

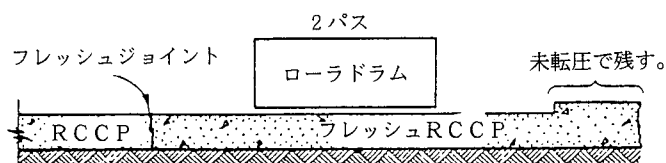
- 1) 隣接レーンを敷均し後、その車線の外縁から30.5～45.7cm (12～18in.cm) 以上シフトして転圧する。これは、前記と同様RCCを閉じ込めるためと、この外側に残った部分をフレッシュジョイントとするためである。
- 2) 先行隣接レーンとのジョイント部を転圧する。
この部分は、両側の平坦性と密度を確保するため、追加転圧が必要である。
- 3) 舗設レーン中央部未転圧部を転圧する。



(1) 隣接レーン遠端部の転圧



(2) フレッシュジョイント部の転圧



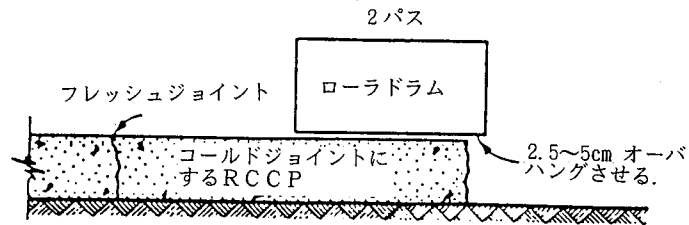
(3) 中央部の転圧

図-2 フレッシュジョイントの転圧

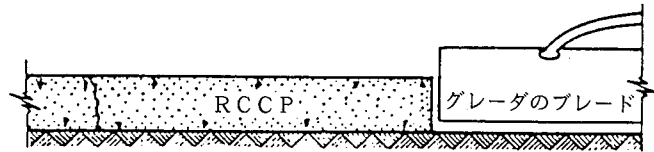
(3) コールドジョイントの施工

硬化したRCCに新しいRCCを接続させる場合、あるいは転圧までの許容時間を超えてしまったフレッシュジョイント部は図-3のように行う。すなわち

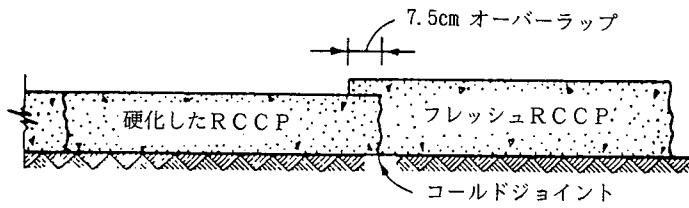
- 1) 新しい舗設レーンを敷均す前に先行隣接レーンの外縁部をモータグレーダのブレード等で垂直になるように除去する。
- 2) 垂直面を湿らせた後、新しいRCCを舗設する。この場合余盛りを適切に(通常25%)取り、図中の(3)のように5～7.6cm (2～3in.)オーバーラップした敷均しをする。
- 3) 先行舗設レーンにオーバーラップさせたRCCはレーキやリュートで新しいRCC縁まで押戻す。先行舗設レーン上に新しいRCC中の骨材を残すと、この部分のRCCを損傷するので十分に除去する。
- 4) コールドジョイント部の転圧を図中の(5)のように行う。



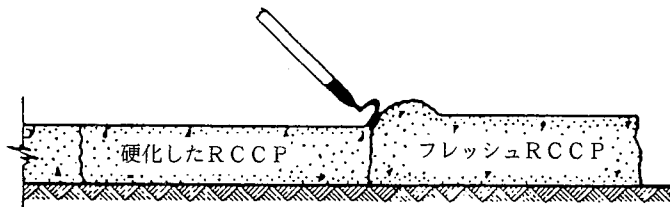
(1) 最終レーンの外端部の転圧



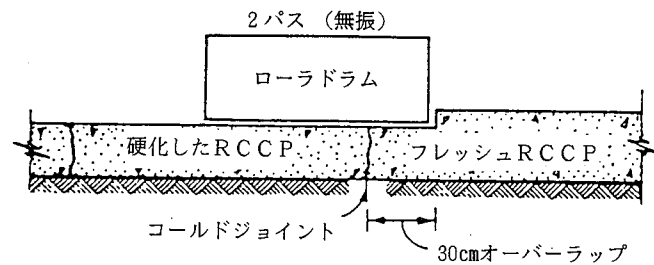
(2) グレーダで外端部除去



(3) 硬化RCCP端を濡らし、隣接レーンを舗設



(4) レーキでフレッシュRCCを押しもどす



(5) コールドジョイント部を無振で2回以上転圧

図-3 コールドジョイントの敷均しと転圧

資料-6

RCCPの厚さ設計例

本資料はPCAのDavid J. Halpennyらによって提案されたRCCPの厚さ設計法から、単輪荷重及び複輪荷重の計算例について紹介するものである。

なお、本設計法は、PCAによる飛行場や重荷重用舗装の通常のコンクリート舗装の設計方法に準拠しているが、使用図表はRCCP用に新たに設定したものである。

(1) 単輪荷重の場合の例

1) 設計条件

- 車両の種類.....アウトリガ付き運搬車
- 車輪数.....4
- 最大単輪荷重.....26,000 lb (11.8t)
- タイヤ空気圧.....100 psi (7 kgf/cm²)
- 車両の設計日通行回数.....20
- RCCの曲げ強度(f_r).....700 psi (49kgf/cm²)
- 路床の支持力係数(K).....100 pci (2.8kgf/cm³)

(注) 支持力係数K値は直径30in. (75cm) の非繰返し平板載荷試験による。

2) 設計手順

- a. 最大単輪荷重とタイヤ空気圧とからタイヤ接地面積を求める。

$$\begin{aligned}\text{タイヤ接地面積(sq.in)} &= \text{最大単輪荷重(lb)} / \text{タイヤ空気圧(psi)} \\ &= 26,000 / 100 = 260 \text{ in}^2 (1,677 \text{ cm}^2)\end{aligned}$$

- b. 設計年数20年間の輪荷重繰返し回数を求める。

$$\begin{aligned}\text{設計年数20年間の輪荷重繰返し回数} &= \text{設計日通行回数} \times \text{20年間の日数} \\ &= 20 \times 365 \times 20 = 146,000\end{aligned}$$

- c. 設計応力比SRを表-1より求める。なお、表-1は図-1に示すRCCの設計疲労曲線より得られた値を示している。

設計年数20年間の輪荷重繰返し回数が、146,000(回)であるから、表-1の安全側の回数165,000よりSR=0.45を得る。

- d. 許容応力 σ を求める。

$$\text{許容応力 } \sigma \text{ (psi)} = \text{RCCの曲げ強度(psi)} \times \text{応力比} = 700 \times 0.45 = 315 \text{ (psi)} \quad (22.1 \text{ kgf/cm}^2)$$

- e. 1,000 lb相当荷重当たりの許容応力を求める。

$$\begin{aligned}\text{1,000 lb相当荷重当たりの許容応力(psi/kip)} \\ &= \text{許容応力(psi)} / \text{最大単輪荷重(lb)} / 1,000 \text{ (lb)} \\ &= 315 / 26,000 / 1,000 = 315 / 26 = 12.1 \text{ psi/kip}\end{aligned}$$

(注) kipはkilo poundの略で、1,000 lbに相当する重量単位

- f. 図-2の設計チャートを利用してRCCの舗装厚を求める。

図中に矢印で示してあるように、まず、タイヤ接地面積260 in².とK値100 pciとの交点を探し、その

点から垂直上方へ1,000 lb相当荷重当たり許容応力12.1 psi/kipの位置を探す。さらにその点から左方向へ水平に移動すると舗装厚10.1 in. (25.7cm) が得られる。

したがって、RCCPの厚さは10 in. (25.4cm) となる。

表-1 RCCPの設計における応力比と許容荷重繰返し回数

応力比	許容荷重 繰返し回数	応力比	許容荷重 繰返し回数
0.40	600,000	0.56	9,700
0.41	465,000	0.57	7,500
0.42	360,000	0.58	5,800
0.43	280,000	0.59	4,500
0.44	210,000	0.60	3,500
0.45	165,000	0.61	2,700
0.46	130,000	0.62	2,100
0.47	100,000	0.63	1,600
0.48	76,000	0.64	1,200
0.49	59,000	0.65	950
0.50	46,000	0.66	740
0.51	35,000	0.67	570
0.52	27,000	0.68	440
0.53	21,000	0.69	340
0.54	16,000	0.70	260
0.55	12,000		

(注)

1) 応力比=舗装応力/RCCの曲げ強度

2) RCCの設計疲労式

$$\text{Log}(N)=10.258-11.198 \text{ (SR)}$$

ここに:N=許容荷重繰返し回数

SR=応力比

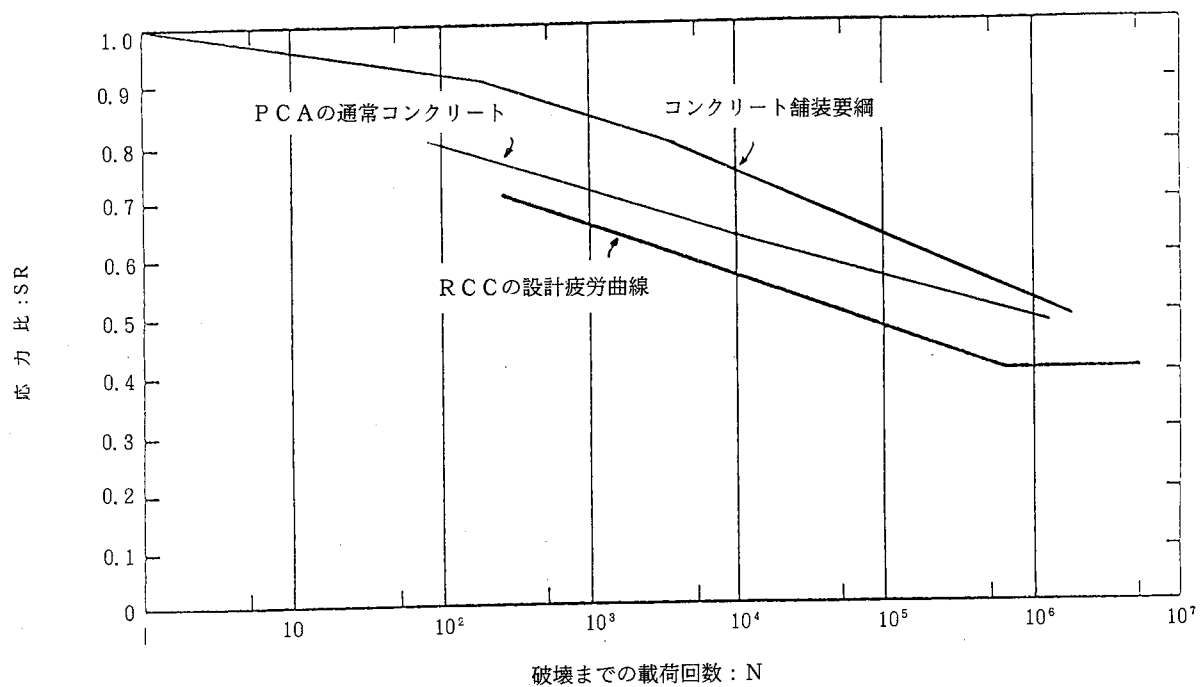


図-1 RCCの設計疲労曲線

表-2 剛比半径 ℓ の値

(単位:in.)

厚さ in.	K 値 k=50	K=100	K=150	K=200	K=250	K=300	K=350	K=400	K=500
6	34.84	29.30	26.47	24.63	23.30	22.26	21.42	20.72	19.59
6.5	36.99	31.11	28.11	26.16	24.74	23.64	22.74	22.00	20.80
7	39.11	32.89	29.72	27.65	26.15	24.99	24.04	23.25	21.99
7.5	41.19	34.63	31.29	29.12	27.54	26.32	25.32	24.49	23.16
8	43.23	36.35	32.85	30.57	28.91	27.62	26.58	25.70	24.31
8.5	45.24	38.04	34.37	31.99	30.25	28.91	27.81	26.90	25.44
9	47.22	39.71	35.88	33.39	31.58	30.17	29.03	28.08	26.55
9.5	49.17	41.35	37.36	34.77	32.89	31.42	30.23	29.24	27.65
10	51.10	42.97	38.83	36.14	34.17	32.65	31.42	30.39	28.74
10.5	53.10	44.57	40.28	37.48	35.45	33.87	32.59	31.52	29.81
11	54.89	46.16	41.71	38.81	36.71	35.07	33.75	32.64	30.87
11.5	56.75	47.72	43.12	40.13	37.95	36.26	34.89	33.74	31.91
12	58.59	49.27	44.52	41.43	39.18	37.44	36.02	34.84	32.95
12.5	60.41	50.80	45.90	42.72	40.40	38.60	37.14	35.92	33.97
13	62.22	52.32	47.27	43.99	41.61	39.75	38.25	36.99	34.99
13.5	64.00	53.82	48.63	45.26	42.80	40.89	39.35	38.06	35.99
14	65.77	55.31	49.98	46.51	43.98	42.02	40.44	39.11	36.99
14.5	67.53	56.78	51.31	47.75	45.16	43.15	41.51	40.15	37.97
15	69.27	58.25	52.63	48.98	46.32	44.26	42.58	41.19	38.95
15.5	70.99	59.70	53.94	50.20	47.47	45.36	43.64	42.21	39.92
16	72.70	61.13	55.24	51.41	48.62	46.45	44.70	43.23	40.88
16.5	74.40	62.56	56.53	52.61	49.75	47.54	45.74	44.24	41.84
17	76.08	63.98	57.81	53.80	50.88	48.61	46.77	45.24	42.78
18.5	77.75	65.38	59.48	54.98	52.00	49.68	47.80	46.23	43.72
18	79.41	66.78	60.35	56.16	53.11	50.74	48.82	47.22	44.66
19	82.70	69.54	62.84	58.48	55.31	52.84	50.84	49.17	46.51
20	85.95	72.27	65.30	60.77	57.47	54.92	52.84	51.10	48.33
21	89.15	74.97	67.74	63.04	59.62	56.96	54.81	53.01	50.13
22	92.31	77.63	70.14	65.28	61.73	58.98	56.75	54.89	51.91
23	95.44	80.26	72.52	67.49	63.83	60.98	58.68	56.75	53.67
24	98.54	82.86	74.87	69.68	65.90	62.96	60.58	58.59	55.41

E=4,000,000psi, $\mu=0.15$

$$\ell = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k}}$$

ここに、 ℓ : 剛比半径 (in.)
E : RCCの弾性係数(psi)
h : RCCの舗装厚(in.)
 μ : RCCのポアソン比
K : 支持力係数(psi)

(2) 複輪荷重の場合の例

1) 設計条件

- 車両の種類.....ガントリクレーン車（つり上げ能力40t）
- 車輪数.....8（4複輪）
- 最大複輪荷重.....90,000 lb（40.9t）
- 複輪間隔（タイヤ中心間距離）.....26 in.（66cm）
- タイヤ空気圧.....160 psi（11.2kgf/cm²）
- 車両の設計日通行回数.....40
- RCCの曲げ強度(f_r).....700 psi（49kgf/cm²）
- 路床－路盤の支持力係数(K).....200 pci（5.5kgf/cm²）

単輪荷重の場合と同様に以下の項目について算出

- タイヤ接地面積（各タイヤ毎）.....90,000 / 2 / 160 = 281 in²（1,812cm²）
- 設計年数20年間の輪荷重繰返し回数.....40 × 365 × 20 = 292,000
- 設計応力比SR.....0.43（表－1より）
- 許容応力 σ $f_r \times SR = 700 \times 0.43 = 301$ psi（21.1kgf/cm²）

2) 設計手順

a.RCCPの厚さを仮定する。ここでは、15in.（38cm）とする。

b.この厚さ15 in.とK値200 pciとから、表－2を用いて剛比半径 $\ell = 49.0$ を得る。

c.複輪荷重の設計チャート（図－3）を用い、得られた ℓ から右方向に水平に進み、タイヤ面積281in²と交差する点を求める。その点から垂直方向に進み複輪間隔26 in.と交わる点を求める。さらに、その点から右方向水平に移動してF値を読む。この場合、F値は930となる。（F値は、1,000 lb複輪荷重当たりの応力影響係数）

d.荷重による応力を計算する。

$$\begin{aligned} \text{応力} &= \text{複輪荷重} / 1,000 \times 1 / (\text{版厚})^2 \times F \\ &= 90,000 / 1,000 \times 1 / 15^2 \times 930 \\ &= 372 \text{ psi (26.0 kgf/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

e.以上の操作を他の版厚についても繰返して行う。版厚16 in.及び17 in.の結果をあわせて整理すると表－3に示すとおりである。

表-3 試験結果

仮定した版厚(in.)	ℓ 値(in.) 【表-2より】	F 【図-3より】	荷重による応力(psi)
15	49.0	930	372
16	51.4	955	336
17	53.3	970	302

f.荷重による応力が許容応力に等しくなるか下回るよう設計厚を選定する。本例では、許容応力が301 psi であるので、版厚17 in.でおおむね等しくなり、設計厚は17 in.（43.2cm）となる。

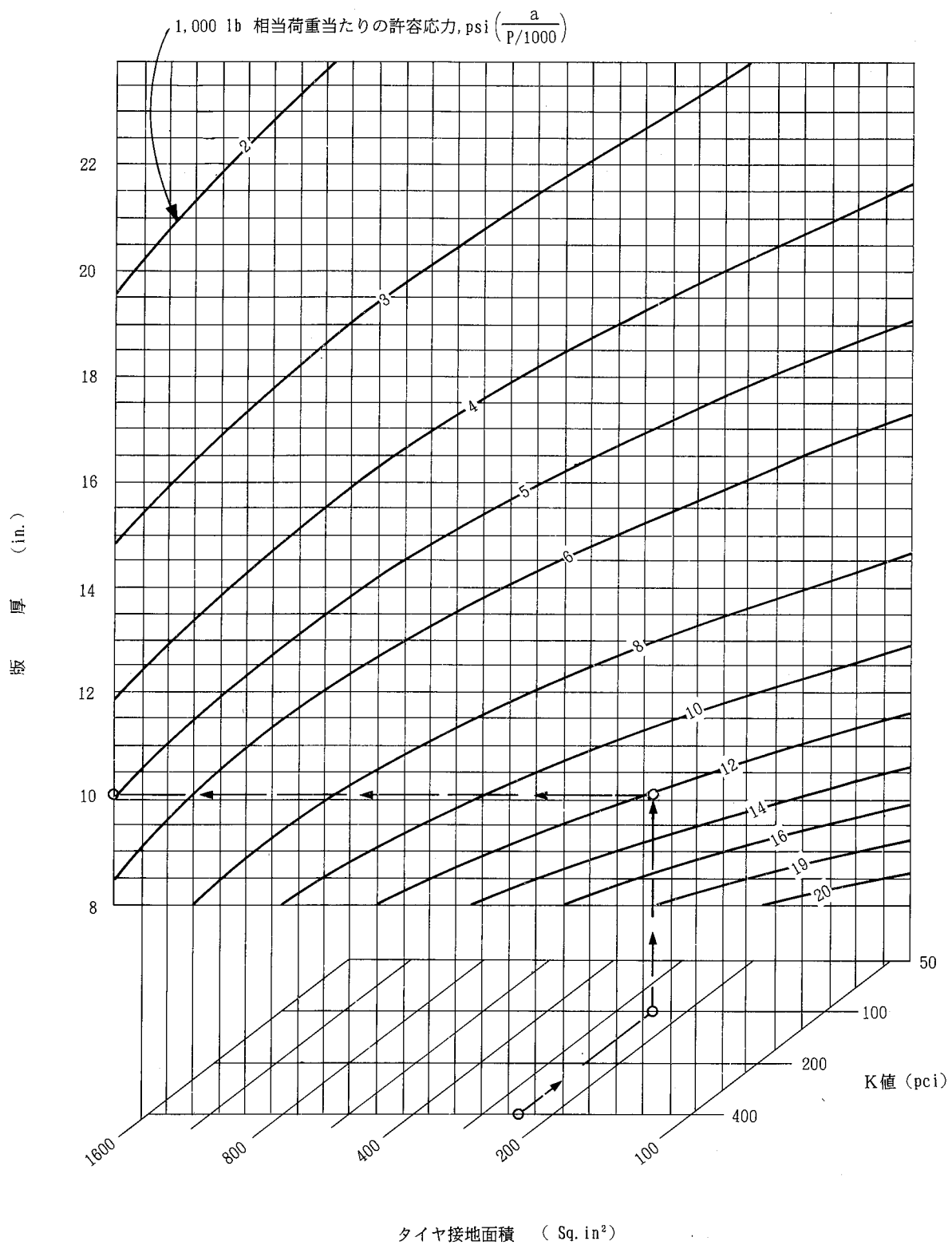


図-2 単輪荷重の設計チャート

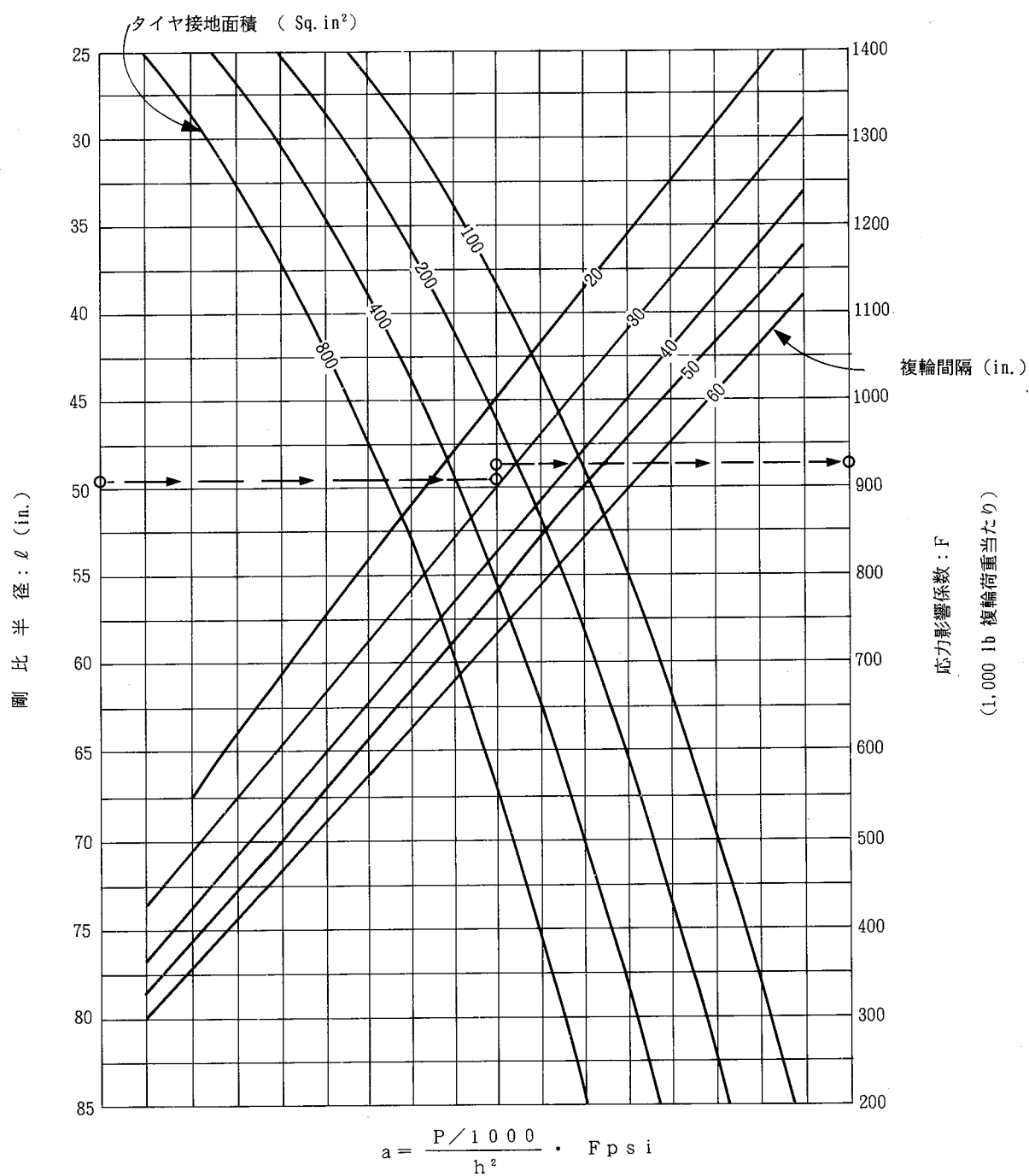


図-3 複輪荷重の設計チャート

資料-7

米陸軍工兵隊特記仕様書

駐車場及び飛行場エプロンのRCC舗装

PN187、203(HNTB)

PN69、112、117、150、180 (Lockwood Greene)

第1部 総 則

1. 適用した図書

以下に示す図書は、引用可能なものとして本仕様書の一部を構成している。図書は基本名称についてのみ示すものとする。

1.1 連邦仕様 (Fed. Spec.)

CCC-C-467C 布、麻布、帆布（あるいはケナフ）の規格

1.2 米陸軍工兵隊、コンクリート及びセメントハンドブック

CRD-C 100-75	コンクリート用骨材のサンプリングと試験のための材料の選定
CRD-C 114-73	コンクリート供試体の凍結融解による骨材の安定性
CRD-C 119-53	粗骨材中の扁平粒子及び細長粒子
CRD-C 300-77	コンクリート用被膜養生剤

1.3 ASTM規格

C33-85	コンクリート骨材の規格
C40-84	コンクリート用細骨材中の有機不純物試験
C78-84	コンクリートの曲げ強度（単純ビームの3等分点載荷法）試験
C87-83	モルタル強度による細骨材中の有機不純物の影響の試験
C88-83	硫酸ナトリウムあるいは硫酸マグネシウムによる骨材安定性試験
C117-84	洗い試験による骨材中の75 μ ふるい(No.200)以下の微粒分試験
C123-83	骨材中の軽量骨材量試験
C131-81	ロサンゼルスすりへり衝撃試験機による粗骨材の摩耗抵抗性試験
C136-84 a	細・粗骨材のふるい分け試験
C142-78(R1984)	骨材中の粘土塊及び脆弱粒子試験
C150-85	ポルトランドセメントの規格
C494-82	コンクリート用化学混和剤の規格
C496-85	円柱コンクリート供試体の割裂引張強度試験
C566-84	乾燥法による骨材の含水量試験
C595-84	混合セメントの規格

C618-84	ポルトランドセメントコンクリートの鉱物質混和材として用いるフライアッシュ、未焼成天然ボゾラン及び焼成天然ボゾランの規格
C851-76	粗骨材粒子のひっかき硬さ試験
C881-78(R1983)	コンクリートのエポキシ樹脂接着材の規格
D3017-78	放射線法による現位置でのソイル及びソイル、骨材混合物の含水量（浅層）試験

1.4 AASHTO規格、1982.7

T271-81 プラスチック及び硬化ポルトランドセメントコンクリートの放射線法による現位置での密度試験

2. 混練プラント

2.1 混練プラントの位置

混練プラントは施工現場に設置しなければならない。

2.2 混練プラントの形式

混練プラントは、ローラ締固めコンクリート（RCC）混合物の製造において、その配合割合が所定の許容範囲内に収まるよう設計、調整され、操作できるものとする。

プラントは、定置式2軸パグミルミキサを有する中央形式プラントでなければならない。重量バッチ形式あるいは連続混練形式を採用することができる。プラントは最低500ton/hの能力を有するものでなければならない。プラントは、重量バッチ形式の時だけに適用される計量機器に関する要求条件以外は、特記仕様に適合するものとする。州及び地方の大気汚染についての規制は、バッチング混練プラントについても遵守されなければならない。

2.2.1 プラント全般に関する要求

2.2.1.1 計量機器

各計量ボックスあるいは計量ホッパーの計量機器はビーム形式かスプリングレスダイヤル形式でなければならない。また、要求される最大荷重の0.5%までの感度のものでなければならない。

ビーム形式のスケールは、各サイズの骨材にそれぞれ個別のビームならびにホッパー平衡用の風袋ビームを備えたものとし、各ビームにはそれぞれ1個の計量表示盤が付属するものとする。

ベルトスケールは許可された設計のものとする。

計量機器の検定用に精度 $\pm 0.1\%$ の標準テスト分銅を準備しておかねばならない。

2.2.1.2 セメント材料の供給ユニット

装置は、各セメント材料の規定量を許容誤差範囲内におさまるよう個別バッチ処理できるものとし、重量計量式あるいは容積計量式のいずれかとする。

各セメント材料のサンプルを如何なる量であっても迅速に採取できる装置を備えていなければならない。

また装置はセメント材料が常時、自由に流れる適切な構造のものでなければならない。

2.2.1.3 骨材貯蔵所

骨材の貯蔵のために骨材サイズごとの骨材ビンを設置しなければならない。

2.2.1.3.1 骨材ビン

骨材ビンは、最大容量で連続的に操業しているミキサに供給できる十分な容量のものとする。

ビンは適宜分級した骨材を適切に分割して貯蔵することが確実にできるように設置する。

各槽には他のビンへの材料の混入を防ぐための設備を施す必要がある。

各骨材ビンには、ビン中の骨材レベルが減少して、混練ユニットに正確な供給ができなくなった時を示す機械式表示盤あるいは電気式表示盤が装着されていなければならない。

各ビンは、プラントの操業中、各ビンから代表的サンプルの採取が迅速かつ安全に出来るような構造かあるいは装置を有するものでなければならない。

混合砂の使用が必要な場合、混合砂を別個の材料として貯蔵、計量及び供給できる許可済装置の設置が必要である。

2.2.1.3.2 骨材ストックパイル

後章「材料、輸送、貯蔵及び取扱い」の要求を満足するものとする。

2.2.1.4 水計量ユニット

所定量でかつ規定許容誤差範囲内の水量が得られる重量計量器あるいは容積計量器を備えた装置が必要である。

水量を水量計でコントロールする時は、水量計を通じて供給される水量をすみやかに重量でチェックできるようにしておかなければならない。

2.2.1.5 混練時間のコントロール

プラントは、混練時間の制御及び設定混練時間の維持が確実にできるものでなければならない。

2.2.1.6 混和剤は水供給装置中に正確な濃度で分散させておくべきであり、混合物中に直接投入すべきでない。

2.2.2 バッチ式混練プラントに対する特記事項

2.2.2.1 計量ボックスあるいはホッパー

スケールに支持されている計量ボックスあるいはホッパー中に1バッチ分の骨材を秤量できる装置が備わっており、最大バッチの時にこぼれ出ないような十分に大きな容量のものでなければならない。

ビンならびにホッパーのゲートはゲート閉合時に骨材がリークしないように作られていなければならない。

マニュアル操作のプラントでは、1ヶ所以上のゲートが同時に開かないようにインターロック装置が備わっていなければならない。

同時に全サイズの骨材の秤量を行うように設計されている自動プラントにおいて、プラントが自動コントロール下で運転されている場合にはこの条項は通用しない。

2.2.2.2 セメント材料の計量ホッパー

計量ホッパーは、1バッチ当りの所定セメント材料の重量の少なくとも10%を上乗せできる十分な容量を有していなければならない。

ポルトランドセメント及びポゾランの両方を使用する場合、ポルトランドセメントが最初に秤量されるなら、両材料は、同一計量器上の同一ホッパーにて累積秤量してもよい。あるいは、ポルトランドセメント及びポゾランは、別個の計量器上の別個のホッパーでそれぞれ秤量してもよい。

ホッパーは、ダイヤルスケールあるいはビームスケール上に支持され、各バッチ毎にホッパーの風袋重量が示される表示盤を装着したものでなければならない。

容積計量形式の装置の使用は、後章「バッチングあるいは配合の許容誤差」に示す精度で配合中のセメ

ント材料の割合を確保できる場合に認められる。

2.2.2.3 ミキサユニット

バッチ法のミキサユニットは定置式の2軸パグミルタイプのミキサとし、許容範囲に収まった所要RC材料の均一な混合物を製造できるものでなければならない。

ミキサは精度5秒以内押えるタイムロック機構を備えなければならず、これによって全ミキシングサイクルをコントロールする。すなわち、ミキサに材料が投入された後には計量ボックスのゲートをロックしておき、ドライミキシング及びウェットミキシングが完了したら混合物を排出しミキサゲートを閉じる。

ここでドライミキシング時間とは、計量ボックスの排出から水の投入までの時間を定義する。

ウェットミキシング時間は、水投入からミキサゲートの開口までの時間とする。タイミングのコントロールはフレキシブルに可能で、最大3分間の全サイクルを精度5秒以内の時間刻みで設定できるものとする。

タイミング装置の部品として、機械式バッチカウンターが組込まれていなければならない。これは、ドライバッチあるいはビン抜き取り操作中の材料が記録されるのを防止できるようにされていなければならない。

2.2.3 連続式混練プラントに対する特記事項

2.2.3.1 骨材フィード

骨材ビンを使用する場合、所定の材料量を正確に移送できるように、キャリブレーションが施された変速ベルトあるいは遠隔操作ゲートによって、各ビンの供給速度をコントロールできるものとする。

骨材の配合割合の変更及び含水量変化に伴う補正に対して、各ビンの供給速度が迅速に操作パネルから修正できるものでなければならない。

全骨材量を増・減する場合も、各ビンの骨材量を確定配合割合に自動的に維持するように、供給速度コントロールが機能しなければならない。

合流する全骨材をミキサに供給するベルトには認可を受けたベルトスケールを装備しなければならない。

いずれの場合も、ベルトスケールは自動コントロールで操作され、全骨材に対するセメント材料及び水量の比率が確定配合値に維持されるものでなければならない。また配合変更が迅速にできるものでなければならない。

2.2.3.2 セメント材料コントロール

各セメント材料の規定量を許容誤差範囲内に収まるようにそれぞれ個別に秤量できる、認可済装置の設置が必要である。迅速な調整が可能な一定ヘッドのホッパー付のベーンフィーダーあるいはその計量は迅速な調整が可能な一定ヘッドのホッパー付のベーンフィーダーあるいはその他検定済の計量装置によるものとする。

計量装置及びフィーダーの構造と制御は、セメント材料が粉じん化して逸失されないようにコントロールされ、セメント材料がミキサ中にあるいはフィーダーベルト上の骨材の中に均一に供給されるものでなければならない。

各セメント材料の量的コントロールは、骨材のベルトスケールと指定範囲内で自動的に連動するものとする。

分配されてくる各々のセメント材料の量は、重量でサンプルチェックできるようにしておかなければならない。配合比率の精度を調べるために、ミキサにフィードされるセメント材料と骨材とを同一時間採取

し、それぞれを重量計量することによってチェックしなければならない。

2.2.3.3 ミキサユニット

連続混練式のミキサユニットは定置式の2軸パグミルタイプミキサとし、所定のRCC材料の均一な混合物を規定許容誤差範囲内におさまるよう製造できるものでなければならない。

ミキサのブレードは軸との角度が調整可能であり、混合物の流れに対向するものでなければならない。

ミキサ製造者は、ミキサのパーマネントゲートに刻印された数段の高さについてミキサの正味容量を表示するプレートをつけなければならない。また、プレートにはプラント操作時の骨材の毎分供給速度を表示しなければならない。

差支えない限りにおいて、混練時間は次式の重量法によって決める。

$$\text{混練時間(秒)} = \frac{\text{ミキサの混練重量 (lb)}}{\text{ミキサの排出重量 (lb/sec)}}$$

2.2.3.4 排出ホッパー

プラントには排出ホッパーを設置する必要がある。

ホッパーはダンプゲート付きとし、RCC混合物を分離させることことなく、迅速かつ完全に排出できるものとする。

2.2.4 計量あるいは配合の許容誤差

RCC材料の計量あるいは配合の許容誤差を以下に示す。

計量あるいは配合の許容誤差	
材 料	バッチあるいは連続プラント(%)
セメント材料	2.0
水	3.0
個々のサイズの骨材	4.0
全骨材	4.0

(1)バッチプラントの場合、配合設計に基づく各材料のバッチ量からの偏差(wt%)を示す。

2.2.5 毎日の運転開始時にキャリブレーションを検査する必要がある。

3. その他の装置

すべてのプラント、工具及び機械は、満足のゆく作業ができる状態に常時保守されていなければならない。

3.1 RCCの舗設機械

RCCの舗設機械は、アスファルトコンクリート及びソイルセメントの舗設に用いられるペイバと同様なもので、自走式のヘビーデューティな機械とする。

舗設機械は、ホッパー、タンピングスクリードあるいは振動スクリード、敷均しスクリュウ、調整可能なスクリード及びイコライズ（平衡）装置が装備されたものとする。

スクリードはマニュアルでも自動でも操作できるものとする。

舗設機械は所定コンシステンシーのRCC混合物を敷均し、仕様通りの層厚に仕上げるができるように適度の重量を有し、安定性の高いものでなければならない。凹凸部が残存したり、引っつき、突き跡及び掘起

こしを生じてはならない。また機械が不規則に前進することがないようにしなければならない。

舗設機械は、仕様通りの平坦度の仕上がり面を得るものでなければならない。舗設機械は、固定式の側方型わくを用いることなく、レーンのエッジを所定の線上に保持することができ、材料分離のない規定厚さのRCC層を舗設できるものでなければならない。

舗設機械は、舗設レーン上に設けたセンサーロープで操作される電子コントロール装置及びこれと同様に適切な機能をもつ舗装車線上の20feet長のソリあるいは場所にもよるが短いソリなどによって操作される電子コントロール装置で施工ラインと勾配が自動的に制御され得るものでなければならない。

電子コントロールは舗設機械の両サイドで横断勾配をコントロールするのに使う。傾斜コントロール装置(Slope control devices)は用いてはならない。

3.2 振動ローラ

振動ローラは自走式、ダブルドラムであり、少なくとも20,000lbの載荷重量の鉄車輪振動ローラとする。個々のローラドラムは良好に作動するスクレーパとブラシを備えるものとする。RCC舗設には最低1台の振動ローラが必要である。

ローラは偏心回転荷重その他の方法によって平滑鉄製ドラムから路面に動的衝撃力を作用させることができるものとする。

起振部は、舗設作業時の振動数でドラム幅当り350~550lb/inの遠心力を生じるものとする。

ローラは、少なくとも1500サイクル/minの振動数を有するものでなければならない。

振幅は、舗設時振動数の下で、0.030in~0.065inの間になければならない。振幅のコントロールは短時間の変動は許容できるが、少なくとも上記の範囲に75%以上が収まるものでなければならない。

ローラドラムは直径4~5.5ft、幅5.5~8ftのものとする。ローラは1.5miles/hを超えない速度で操作されねばならない。

発注官庁は、最高の施工速度で最大の密度が得られるように、装置の操作能力の範囲内で、振動数、振幅及び操作速度の制限範囲を指示あるいは許容してもよい。

打設作業の間、常時少なくとも1台の自走式振動ローラが、上記の諸条件を満足し、良好に運転できる状態に維持され、操作員と共に常時現場に確保されていなければならない。

請負者は、RCC工事に着工前の4ヶ月以内に使用するローラを試験し、仕様で決められた振動及び振幅の要求性能に合致していることを示す試験結果を準備していなければならない。また、使用されるローラが仕様で決められた重量及び遠心力の要求性能と合致していることを示す製造者の書類をとり寄せていなければならない。

3.3 仕上げローラ

10トン以上の平滑車輪タンデムローラを仕上げローラとして使用しなければならない。表面の欠陥を除去するために振動ローラを無振動で使用してもよい。各ドラムにはスクレーパ及びブラシを装備しなければならない。

3.4 タイヤローラ

タイヤローラは、振動鉄輪ローラの使用後に、舗装表面の密実性と平滑性を得るために準備しておかねばならない。

タイヤローラは、複数の無振動車輪を有し、タイヤ圧50~90psi、全重量3,000~4,500lb/輪で操作されるものとする。

3.5 その他締固め装置

軽量、手押し式ローラあるいは同程度の振動ローラ及びタンパを大型ローラが作動できない場所の締固め及び仕上げのために用意しておかねばならない。

3.6 ストレートエッジ

請負者は、仕上げ面を試験するために、10ftのストレートエッジを必要数現場にとり揃え、よく整備しておかねばならない。

ストレートエッジは政府納入規格のものとする。

ストレートエッジはアルミニウムあるいはその他の軽金属で出来ており、ボックスあるいはボックスガーダー断面のエッジを有し、平坦部分が剛性と精度を確保するために補強されているものとする。

ストレートエッジは舗装上での移動が便利のようにハンドルを有するものとする。

4. プラント、装置及び舗設方法の承認

工事に使用される全てのプラント、装置、工具及び機械は常に良好に保っておかねばならない。

4.1 混練プラント

RCC混練プラントの詳細とデータは審査のために書類申請されておかねばならない。これには、セメント供給装置、水量調節機及びパグミルミキサに関する製造者の書類が含まれていなければならない。請負業者は試し練りを開始する以前にプラント及び装置に関するデータを審査、承認のために発注官庁に申請しておかねばならない。

4.2 施工方法及び装置

4.2.1 運搬装置

RCC混合物を中央混練プラントから舗設機械まで運搬する装置及び輸送についての計画が審査のために申請されてなければならない。

4.2.2 舗設装置

RCC混合物を敷均し、舗設する機械及びそのコントロール方法に関する記載書を審査のために提出しなければならない。

舗設機械（ペイバ）に関する製造者書類も申請されてなければならない。

4.2.3 締固め装置

使用しようとするローラの記載物が申請されねばならない。

これらの書類には、製造者の書類及び使用ローラに関する試験結果が含まれていなければならない。試験の結果は認証済みのものであり、振動数、振幅、車輪数、タイヤ圧及び総重量が示されていなければならない。

4.2.4 養生

使用する養生材料及び方法を承認のため文書で申請しておかねばならない。

4.2.5 寒中仕様

RCCが寒中に舗設あるいは暴露される場合、コンクリートの保護に関する材料及び工法の計画をコンクリート舗設以前に審査のため文書申請しておかねばならない。

4.2.6 暑中仕様

RCCが暑中に舗設あるいは暴露される場合、骨材及び水のクーリング方法案、及び舗設コンクリートから過度の水分蒸発を防止する方法案についての審査用書類が舗設に先立って申請されていなければならない。

い。

4.2.7 舗設パターン

施工に先立ち、請負者は、舗設及び転圧パターンの詳細計画の承認のために書類申請が必要であり、ジョイントの全計画及び養生水の給・排水コントロールを明らかにしなければならない。

5. 舗装の保護

舗装の最終転圧から養生期間の終わりまで、散水車あるいはその他養生装置を除いて、RCC舗装上をいかなる車輛も通行させてはならない。

6. 平坦性と厚さの規格

6.1 表面平坦性

舗装は、平坦でかつ勾配及び断面に対し正確にできていなければならない。

舗装のセンターラインと平行に5ft離れたライン上及びセンターラインと直交方向ライン上について、10ftストレートエッジで試験し、ストレートエッジと表面との間隔は3/8in以上離れていてはならない。

6.2 厚さ

舗装は計画通りの厚さでなければならない。舗装厚さの許容できる不足量は規定厚より差引き1/4in未満である。

7. 勾配の調節

請負者は現場に丁張りを設けることによって設計図書中に明記されているライン及び勾配を決定し、施工しなければならない。

現場の舗装工事の基準として請負者が用いるベンチマークのエレベーションは、請負者が決定、設置、維持する。

発注官庁が提供するベンチマークエレベーションに従って請負者は、現場に最終の勾配ライン及びエレベーションを設定し、施工を行わなければならない。

丁張りの横張り材の面は、所要勾配となるように作り、仕様厚さのRCCが打設された場合に舗装面が丁張りの示す面と1/4in以内の差に収まっていなければならない。

仕上げ完成したRCC舗装は指示されたライン、勾配、断面及び寸法と一致するようにつくられていなければならない。

8. 承認試験

8.1 総則

セメント材料、養生剤、骨材の供給元決定のための試験、RCC配合設計、その他のここに記した試験は請負者の責任で実施しておかねばならない。

試験は、認可されている民間試験所にて実施しなければならない。試験は以下のものを含む。

- a. 施工中の骨材のサンプリングと品質試験
- b. 舗装厚さと強度検討用のコアリング及び切出し
- c. RCC舗装の現場密度、含水試験
- d. 平坦性測定
- e. 骨材含水量試験

請負者は、契約条件を保証するため本章以下の品質管理法を確立し、工事期間中維持しなければならない。すべての材料、装置、建設工事に関する品質管理の記録を保存しなければならない。発注官庁の指示に応じて

試験結果及び対応策の記録のコピーを政府に提出しなければならない。

すべてのコア抜き取り作業と表面平坦性の測定は、そのような業務に経験のある熟練した者が行わなければならない。材料、RCC及び舗装の実証試験が政府によって実施される場合、請負者の試験は省略できる。

8.2 工事前のサンプリング及び試験

8.2.1 骨 材

骨材の産地は請負者が選定し、発注官庁から要求があれば、請負者は使用する骨材の代表的サンプルを着工決定後15日以内に認定された研究所に送らなければならない。サンプリングはCRD-C100に従って発注官庁の監督下で行わなければならない。

凍結融解試験及びその他の品質試験は政府が実施することがある。

分級調整された骨材に関しては、1産地のみが政府試験用として選択される。計画していた供給元からの材料サンプルが仕様に不合格の場合、その材料は別の代表試料で代替されなければならない。その場合、代替サンプルの試験料は工事請負費から差引かれる。その試料の申請時、それらの各骨材が少なくとも5年間良好な使用実績が示されている最低3件のプロジェクトのリストを提出しなければならない。使用実績を入手できない場合、凍結融解の規格に合格させなければならない。

8.2.2 配合設計用サンプル

RCCに用いようとする材料で認可された代表サンプルを、そのプロジェクトのRCCを舗設する45日以前に提出しなければならない。

認定済の骨材サンプルは発注官庁の監督下でCRD-C100に従って採取し、そしてその骨材が特記仕様の粒度構成に合格するとの試験報告書を添えて提出しなければならない。

その他全ての材料は、本プロジェクト用としてとりあげられている材料を代表するものでなければならず、特記仕様に適合可能であることを示す製造者の報告書を添えて提出しなければならない。

必要な材料の量は以下の通りであり、認可された研究所に送付しなければならない。

材 料	量
粗骨材（公称最大寸法5 / 8インチ）	1000ポンド
細骨材	1000 "
粗・細骨材（混合されている場合）	1500 "
セメント	400 "
ポゾラン	400 "
遅延剤	1クォート

8.3 工事中のサンプリング及び試験

8.3.1 骨 材

工事中の骨材のサンプリング及び試験は陸軍工兵隊及びASTMの適切な試験方法を用い、認可された民間試験所にて実施されねばならない。ミキサ投入前の細・粗骨材の粒度試験は仕様で定めた頻度で請負者が実施しなければならない。

請負者は代表的試験サンプルが迅速に採取できるような設備を準備しなければならない。

様々な段階での骨材についての追加試験及び分析は、発注官庁の自由裁量で政府の手で実行できるものとする。

8.3.1.1 ふるい分け

工事開始の前に、少なくとも骨材の1サンプルをASTMC136及びC117に従って試験しなければならない。

その骨材が仕様で粒度に合格すると試験の確証がなければ、その骨材を使用してはならない。

最初の試験の後は、RCC500y³毎あるいは1交代勤務中に打設されるRCCに相当する量毎に最低1回ふるい分けをしなければならない。

不都合が見つかった場合には、指示に応じて試験の頻度を増加しなければならない。

連続2回の試験で骨材粒度に欠陥がある場合、適切な材料がミキサに送入されるようになるまで混練作業を停止しなければならない。

8.3.1.2 骨材含水量試験

骨材含水量を常時把握できる頻度で、請負者はASTMC566に従って含水量試験を実施しなければならない。発注官庁は、バッチ間のコンシステンシーを調べるために含水量の追加試験を指示することができる。

8.3.2 セメント

セメントのサンプリングは、ミル、輸送基地及び工事現場で行われ、認定された民間研究所が試験する。入手されたセメントが不十分な品質のものであるという試験結果が得られたら、工事現場から遅滞なくとり除かなければならない。

試験の後6ヶ月以内に使用されないセメントは、発注官庁の指示がある場合、請負者の負担で再試験し、その試験結果が不十分であるならセメントを廃棄しなければならない。

プロジェクトの仕様から外れるセメントを試験する費用も請負者の負担とする。

8.3.2.1 認可セメント供給元

セメントは認可セメント供給元として選定された製造者のミルから直接輸送されるか、ミルから直接使用されるものとする。セメント供給元はロット毎に証明書及びミル表を送付しなければならない。セメント品質検査用のサンプルは、工事現場もしくはコンクリート製造プラントにおいて発注官庁の手によって採取され、試験費用は政府が負担する。認可セメント供給元のリストは以下から入手できる。

陸軍工兵隊水路研究所総司令部(ATTN:WESSC)、P. O. Box 631、Vicksburg、MS 39180

8.3.2.2 その他のセメントの供給元

サンプリング、試験及び出荷時の検査は請負者の経費負担で政府自ら行うか、政府の立会で行わなければならない。

材令7日以前に仕様7日強度と同等以上の強度を有し、他の全ての仕様を満足するセメントは納入してもよい。

不合格の場合には、請負者の要望に応じ、請負者の経費負担でセメントを再度サンプリングし、試験してよい。サンプル地点が工事現場以外の場合、採取ビンのゲートは封印し、ビンからの出荷が完了するまで封印を維持する。ゲート及び出荷用運搬車の封印は政府が監督実施する。

運搬車の現場受け入れにおいて、全封印に手がつけられていない場合には納入してもよい。試験済のセメントが輸送基地で再処理される場合には、追加特別試験料は請負者が負担する。

8.3.3 ポゾラン

特記仕様の全てに合格すると試験証明書に基づきポゾランを納入することができる。

工事で使用する前に、請負者は各々の納入ポゾランの試験証明書を取寄せていなければならない。

供給元が認定されていないなら、ポゾランの使用は、材令 7 日の石灰-ポゾラン強度基準強度、その他の物理的、化学的特性及び均一性の仕様に合格することによって認可される。発注官庁の見解で運搬中に品質を損ったり、長期間の貯蔵や誤った貯蔵のため変質したと判定されたときは、請負者は発注官庁の立会下で供用予定のポゾランのサンプリングを行い、特記仕様に合格するか否かを請負者の試験室にて試験しなければならない。製造されて、6 ヶ月以上のポゾランは粉末度(No.325ふるい通過量)を再試験しなければならない。試験基準に適合しないポゾランは直ちに現場から排除しなければならない。

8.3.3.1 認可ポゾラン供給元

ポゾランは、認可供給元として選択された製造者から直接輸送するか製造元から直接使用しなければならない。認可供給元はポゾランのロット毎に証明書を発行しなければならない。品質検査試験のためのポゾランのサンプリングは請負者の費用負担でプロジェクトサイトまたはコンクリート製造プラントで発注官庁が行わなければならない。認可ポゾラン供給元のリストは以下から入手できる。

陸軍工兵隊水路研究所総司令部(ATTN:WESSC)、P. O. Box 631、Vicksburg、MS 39180

8.3.4 養生剤

適切な試験サンプルを迅速に採取できる装置を備えていなければならない。

8.4 ローラ転圧コンクリート(RCC)

8.4.1 強度試験

最小 3 本 1 組のはり(6×34in×舗装厚)を発注官庁が指示した場所に打設されたコンクリートの500y³毎に切出さねばならない。加えて、3 本 1 組のはりを最小 3 組、その試験区間で採取しなければならない。3 本 1 組のはりに対応して 6 本のコア(直径 6 in)を試験区間及び舗装部分の同じ場所で抜取らなければならない。これらのサンプルは、打設後7~14日の間に採取し、直ちに認定試験所に送付しなければならない。はりとコアを抜取った穴は、普通の舗装コンクリートで補修し、養生剤を用いて養生しなければならない。全てのはりとコアには、打設日、採取場所(レーンとステーション番号)、供試体番号及びフレッシュコンクリート密度のラベルを取りつけねばならない。

8.4.2 現場密度

RCCの現場密度試験は、AASHTO T271のA法に従って実施するものとする。

RI密度計は、ダブルプローブ(探針)式とする。各試験には、規定されているように深さ 4 点のそれぞれの測定値が含まれていなければならない。全測定値は報告書に記載されなければならない。AASHTO T 271はRCCの湿潤単位重量を求めるために使い、ASTM D3017は、密度測定が行われた点と同じ深さのRCCの含水量を求めるために用いなければならない。密度計の使用に必要なキャリブレーション曲線は、ASTM D3017に記載されている通りにチェックされなければならない。密度計のキャリブレーションチェックは、実配合によって製作された試験ブロックについて作業開始時に実施するものとする。

キャリブレーション曲線及びキャリブレーション試験の結果は、密度試験の結果と共に提出されなければならない。少なくとも 1 つの現場密度試験がRCCの 1 層250y²毎に、また、縦及び横方向の施工コールドジョイントの500ft毎に実施されねばならない。密度試験の位置もはり及びコアの位置に対応するものとする。これらの位置は発注官庁が指示するものとする。指示に応じて追加試験を行わなければならない。

穴は、エポキシモルタルあるいはASTM C881に適合したグラウトを用いて、認定された方法で充てんされねばならない。全ての試験は打設後20分以内に行わなければならない。含水量試験は全サンプルについて行い、サンプルの乾燥には電子レンジを用いるものとする。

8.5 政府の認証試験

政府は仕様規格への合否を調査するため、工事期間中、骨材及びRCCをサンプリングし試験することができる。請負者は代表的試験サンプルの入手に必要な設備ならびに労力を提供するものとする。骨材サンプルはバッチングの場所にて入手する。

9. 材料の受入れ、貯蔵及び取扱い

9.1 セメント材料

セメント及びポゾランはバルクで供給されるものとする。現場の貯蔵所に搬入されるセメントとポゾランの温度は150°F° を超えてはいけない。

9.1.1 輸 送

バルクセメントあるいはポゾランが最初の運搬車から直接現場プラントの全天候型ホッパーに搬入されないで、末端駅、ミルあるいは中継貯蔵所からバッチャープラントへの輸送の場合、適切な設計の全天候型トラック、コンベアーあるいはその他湿分の露出からセメントあるいはポゾランを完全に保護できる手段を講じて行わなければならない。

9.1.2 貯 蔵

セメント材料は現場に受け入れられると同時に、風雨にさらされることのない、適当に風通しがよい乾燥した建物内に貯蔵されなければならない。すべての貯蔵設備は承認を受け、材料の検査や確認が容易にできるものでなければならない。舗装工事中にコンクリート混練プラントの連続運転ができるように十分なセメント材料が貯えられていなければならない。受け入れ後、長期間貯蔵されたセメントをなくすため、現場で60日以上貯蔵されたセメントは新しいセメントより先に使用しなければならない。

9.1.3 材料の分離

各セメント材料のタイプ毎に荷降し、運搬、貯蔵及び取扱いのできる、分離された設備を備えなければならない。

9.2 骨 材

9.2.1 スtockパイル

骨材は、破碎、分離、異物の混入が生じない方法で混練プラントのサイトに貯蔵されなければならない。骨材は産地毎及びサイズ毎に排水のよいストックパイルに別々に貯蔵されなければならない。骨材は少なくとも使用される前の24時間は排水のよい貯蔵所に入れておかねばならない。RCCの舗設中、混練プラントを中断させることなく連続的に操業することができるよう、十分な量の骨材を常時プラントサイトに保持していなければならない。

9.2.2 取扱い

骨材は粒度が片寄らないような方法で取扱わなければならない。貯蔵、または移動のための車輛は異物を洗い落としいつもきれいにしておかなければならない。

ストックパイルでは、貯蔵中及びバッチング中にサイズを異にする骨材が混合しないように作業しなければならない。

第2部 製造

10. セメント材料

10.1 ポルトランドセメント

ポルトランドセメントは、ASTM C150のⅠ型あるいはⅡ型で、偽凝結規格を満足するものとする。アルカリ反応性骨材に対し、セメントのアルカリ量は0.65%を超えないものとする。

10.2 ポゾラン

ポゾランはASTM C618、クラスFの規格を満足しなければならない。この規格は、表2Aにある均一性に関する補足規格（オプション）を包含するものとする。

ポゾランは総セメント材料の容積の25%を超えてはならない。

10.3 （混合セメント）ポルトランドーポゾランセメント

ポルトランドーポゾランセメントは、ASTM C595、IPあるいはI(PM)型の規格を満足するものでなければならない。この規格は、表2に示されるモルタル膨張量の規格（オプション）を包含するものとする。

11. 水及び混和剤

11.1 水

水は、清浄、新鮮でRCCの硬化に有害な量の油、酸、塩、アルカリ、有機物その他を含まないもので、認可を得たものとする。

11.2 混和剤

遅延剤はASTM C494、タイプBを満足するものとする。

12. 養生材料

12.1 バーラップ

バーラップ麻布はFed. Spec. CCC-C-467に準ずるものとする。

12.2 膜形成養生剤はCRD-C300を満足する白色顔料入りのものとする。

13. 骨 材

請負者は本特記仕様を満足する骨材を準備しなければならない。4番ふるい残留分は粗骨材として、4番ふるい通過分は細骨材として区分されねばならない。骨材の公称最大寸法は3/4in.とする。

13.1 粗骨材

13.1.1 組 成

粗骨材は、玉砂利、碎石あるいはそれらの合成されたものとする。

13.1.2 品 質

骨材は、ASTM C33 クラス4Sの規格あるいは本仕様の内容を満足するものであって、清浄、硬質かつコーティングされていない粒子から成るものとする。

13.1.3 粒子の形状

粗骨材の粒子は一般に球形あるいは立方形でなければならない。各サイズの骨材において、扁平粒子及び細長い粒子の量はCRD-C119で決められているように重量の20%を超えてはならない。扁平粒子は、幅/厚さの比率が3以上のものと定義する。細長い粒子は長さ/幅の比率が3以上のものである。各サイズの骨材について、少なくとも、粒子の75%は最低2つの破砕面を持つものとする。

13.1.4 粒 度

粗骨材の粒度はASTM C33 サイズ67を満足するものとする。

13.1.5 有害物質

全有害物質の総量は粗骨材重量の5.0%を超えてはならない。

各サイズの骨材において、有害物質の量は以下に示されている規制値を超えてはいけない。

200番フルイより細かい材料は、液性限界20以下、塑性限界4以下の非プラスチックなものでなければならない。

<u>有害物質の規制値</u>	
<u>物 質</u>	<u>重量パーセント</u>
粘土塊及び脆弱粒子 (ASTM C142)	2.0
軽量粒子 (ASTM C123、比重2.0の液に浮くもの)	1.0
粗骨材中の軟石粒 (ASTM C851)	2.0

13.1.6 安定性

ASTM C88による安定性試験の繰返し回数5サイクルにおいて、粗骨材の重量損失は硫酸マグネシウムを使用する場合、18%を超えないものとする。

13.1.7 凍結融解抵抗性

供用実績記録を明示できない粗骨材については、CRD-C114に従って通常コンクリート試験体の凍結融解試験を実施し、耐久性指数50以上を有するものとする。

13.1.8 すりへり抵抗性

ASTM C131によるロサンゼルスすりへり損失量が40%以下のものでなければならない。

13.2 細骨材

13.2.1 組 成

細骨材は天然砂、加工砂あるいはそれらの合成されたものから成るもので、清浄、硬質かつ耐久性のある粒子から成るものとする。

13.2.2 粒子の形状

細骨材の粒子は一般に球形あるいは立方形でなければならない。

13.2.3 粒 度

ミキサに供給される細骨材の粒度は、ASTM C33の規格を満足するものとする。但し、5.4項の例外は適用するものとする。

13.2.4 有害物質

細骨材に含まれる有害物質の量は次に示す規制値を超えてはならない。

200番フルイより細かい材料は、液性限界20以下、塑性限界4以下の非プラスチックなものでなければならない。

<u>有害物質の規制値</u>	
<u>物 質</u>	<u>重量パーセント</u>
粘土塊及び脆弱粒子 (ASTM C142)	1.0
軽量粒子 (ASTM C123、比重2.0の液に浮くもの)	0.5

13.2.5 有機不純物

細骨材は有害量の有機不純物を含んではならない。また、ASTM C40及びASTM C87による試験がASTM C33の該当する規格に合格しなければならない。

13.2.6 安定性

ASTM C88による安定性試験の繰返し回数5サイクルにおいて、細骨材の重量損失は硫酸マグネシウムを使用する場合、18%を超えないものとする。

13.1.7 凍結融解抵抗性

供用実績記録を明示できない細骨材については、CRD-C114に従って通常コンクリートの凍結融解試験を実施し、耐久性指数50以上を有するものとする。

13.3 請負者のオプション

請負者のオプションにより、公称最大寸法3/4in.の骨材を使用してもよい。このオプションを用いるなら、粒度だけは、特記仕様を変更してもよい。ただし粗・細骨材部分は、それぞれ品質基準をすべて満足しなければならない。RCCに使用する計画の骨材の粒度一覧表を同時点で採取した他のRCC用材料と共に提出しなければならない。

骨材の粒度は、以下の基準を満足しなければならない。

13.3.1 粒 度

ミキサに供給される骨材の粒度は、本仕様の許容範囲を満足すると共に、下記の規制値の範囲内でなければならない。

<u>フルイの寸法</u>	<u>通過重量百分率</u>
3/4in.	100
1/2in.	90-100
3/8in.	75-90
1/4in.	55-75
No.10	32-48
No.40	11-24
No.80	6-15
No.200	3-7

13.3.2 許容範囲

ミキサーに供給される骨材の合成粒度は、下記の許容範囲のものでなければならない。

許容範囲

<u>フルイ</u>	<u>許容範囲 (±%)</u>
3/8in.、No.4、1/4in.	5
No.8、No.10、No.16、No.30	4
3/4in.、No.40、No.50、No.80	3
No.100、No.200	2

合成粒度の仕様基準に合格させるためブレンド材を使用する必要があるときは、それは1つの材料として

ミキサにバッチされなければならない。

14. 配合割合

14.1 組 成

RCCはセメント材料、水及び細・粗骨材から成るものとする。

セメント材料は、ポルトランド・ポゾランセメントあるいはポルドランドセメントにポゾランを混合したものとする。混和材は、暑中に遅延剤を使用する以外は用いないものとする。

14.2 管 理

配合設計に基づき、請負者は各材料の配合表を準備し、発注官庁の承認を得る。請負者は発注官庁の指示があれば、工事期間中配合割合を変更しなければならない。

水量は、最も効率のよい敷均し・締固めが行われるよう、また要求される舗装密度が得られるよう必要に応じて変更しなければならない。

骨材量は、骨材含水量に応じて補正するものとする。

14.3 セメント材料の配合量

RCCのセメント材料の全配合量としては、ポルトランドセメントとしての絶対容積に換算して表すと最小500lb/y³から最大650lb/y³の範囲が考えられよう。

ポルトランド・ポゾランセメントが入手できない場合は、ポゾランを準備しなければならない。ポゾランの配合量は、全セメント材料の20～25%とする。

14.4 骨材量

RCCに使用する各サイズの骨材量は、配合設計の検討によって決定しなければならない。

14.5 曲げ強度

RCCの配合条件は、ASTM C78による材令28日曲げ強度を700psiとしている。

政府は、所要曲げ強度が得られるよう工事期間中責任を持って配合変更を行うものとする。

14.6 水 量

請負者は、承認配合設計で仕様を決められたとおりに配合水量を管理しなければならない。

敷均し・締固め作業上妥当と考えられる場合、適当なインターバルで水量を変化させてよい。その水量は、一般にフレッシュRCC上の振動ローラの作業性及び実際の舗装から得られる現場密度試験の結果に基づいて判断する。

第3部 施 工

15. 試験区間

RCC舗装工事の少なくとも2日前に、発注官庁の指定する現場近くの場所に試験区間を設けなければならない。

請負者はこの試験区間の工事の1週間前に発注官庁に通知しなければならない。

試験区間施工は、RCCの混練、運搬、敷均し、締固めについての技術及び施工ジョイントの準備について技術開発、技術完成の機会を請負者に与えることになる。

請負者は、後日の施工に用いるものと同じ装置、材料及び施工方法をこの試験区間について使用しなければならない。

この区間においても表面仕上げを施すものとし、発注官庁の承認を得、後日の舗装のサンプルとして用いるものとする。

試験区間は、最低2つの隣接舗装レーンからなり、各々のレーン長は250ftとする。試験区間の施工に2日間を割当てなければならない。また、試験区間には、縦・横それぞれ一つのコールド施工ジョイントを含めなければならない。

請負者は、舗設方法、速度、転圧パターン、ジョイント施工法、フレッシュ及びコールド施工ジョイントの転圧方法、（2層施工法）、開始・終了の手順、試験方法及びプラント運転などについても公開施工するものとする。

混練プラントは、試験区間のコンクリート舗設に先立って運転し、キャリブレーションしておかねばならない。

舗装としての仕様及び許容範囲等は全て試験区間にも適用する。

路盤の準備、RCCの製造、敷均し、締固め、養生、目地施工及び全ての試験などは仕様書の本章の該当条項に従うものでなければならない。

試験区間が施工規準に合格しない場合、この区間は、除去、再施工されねばならない。なお、政府は経費の追加をしない。

16. 路盤の状態

建設済みの路盤は本仕様の通りの状態になっていなければならない。如何なる場合もRCC舗設の前には指示通りに表面を清掃し、湿らせておかねばならない。

17. バッチング、混練及び運搬

RCC混合物は、前述の仕様の通り、定置中央プラントでバッチング、混練され、仕様通りの誤差範囲に収まっていなければならない。プラントは、請負者が指示した配合設計通りの配合の均一な混合物を製造できるように運転されなければならない。

請負者は、責任を持って配合設計通りのバッチ処理をしなければならない。また、配合変更に応じて如何なるバッチのものも製造できることとする。

配合不適當なもの及び水量が過・不足のものは、請負者の経費負担で処分しなければならない。

17.1 骨 材

単一サイズの骨材を使用する場合以外は、骨材は決められたサイズに分け、別々に貯蔵されなければならない。全ての骨材の取扱いにおいては、分離や破碎が起こらないように配慮しなければならない。

17.2 混 練

骨材、セメント材料及び水は、提示された配合設計と一致する配合比でミキサに供給されなければならない。

バッチ混練の場合、骨材とセメント材料をミキサに入れ最低15秒間混合する。次に水を加え、均質の混合物が出来るように混練を継続しなければならない。

連続ミキサの場合は、混練時間を35秒以上とし、均質の混合物が出来るように時間を長くする場合もある。混練時間の追加が必要な場合は、その時間は発注官庁が決定し、守らなければならない。ミキサ内のRCC混合物の総量は、パグミルミキサの羽根が垂直位置にある時、羽根の先端位置を超えてはならない。

ミキサ及びミキサの羽根の表面は固ったRCCや他の汚れが付着しないように維持しなければならない。ミキサの羽根は同型、同製造所の新品と比べて10%以上摩耗したものは交換しなければならない。

17.3 運 搬

ミキサから舗設場所への運搬には保護カバー付きのダンプトラックを用いなければならない。

トラックは舗設機械のホッパーへ直接投入するか、舗設機のホッパーに入れる材料を一時貯蔵する材料分配装置（認可済のもの）の中に投入しなければならない。

配送計画は仕様タイムリミット内に全RCC混合物の敷均し、転圧が行われるように決めなければならない。
また適当な照明が準備できないなら、日中の明るいうちに一日分の施工量の混合物の敷均しと転圧が終了出来るように配送計画を組まなければならない。

局部的に表層が硬化したもの及び雨で濡れたものは荷降ししてはならない。

舗設されたばかりの材料の上を運搬することは、多層舗設の締固め済の下層上を運搬する場合以外は認められない。

18. 舗 設

18.1 舗設機械使用の場合の一般的条項

施工区間が特異形状の後述の場合を除いて、RCC混合物は全て、前述の仕様の敷均し機械を用いて舗設しなければならない。舗設機械は、材料分離を生じさせることなく、表面に裂け目や引きずり跡がなく平滑、連続な路面が出来るように、また締固めにより指示通りの断面、勾配、高さが得られるように機械調節及び速度調節がなされていなければならない。

RCC舗装の全厚さは一層で舗設してもよい。いずれの層も、締固め後の厚さが10in.以下、4 in.以上でなければならない。

請負者が2層舗設を選択する場合、最小限2台の舗設機が必要である。各層は、締固めが必要で、各層の打継ぎは、60分以内に行わなければならない。

特別な指示及び認可が無い場合は、舗設は、クラウン勾配のセンターラインに沿うかあるいは片勾配の高い側のラインに沿って、また交通量の多い方向に沿って開始しなければならない。

混合物は最小幅10ftの施工幅で帯状に連続、隣接して舗設しなければならない。ただし施工上、10ft以下の施工幅となる端部レーンを除く。

コールドジョイントの処理方法の特記仕様が無い場合には、如何なる場所においても2レーンあるいは複数レーンの隣接レーンのRCC打設時間間隔は60分以上あけてはならない。

各施工帯（以後、ストリップと称す）は、後続ストリップがコールドジョイントを設けずに舗設出来るような長さのものでなければならない。

このためには、最初のストリップが乾燥し、部分的凝結を生ずる前にこのストリップのエッジの各部に対して後続のストリップを打継がねばならない。そうすることにより、仕様書の「RCCの施工目地」の要求性能の通りの肌理、密度、円滑さを有する縦施工目地を造ることが出来る。

前述の要求性能を満たし、一連の施工でのコールド施工ジョイントを最小限にした多重レーンの敷均しを実施するためには十分な数の舗設機械を使用し、かつ交互機械配置で操作することが望ましい。

上記以外の目地はコールドジョイントとして施工しなければならない。

ストリップを打継ぐとき、ストリップの長さは認可を受けなければならない。このストリップの長さは、舗設中の大気温度、風及び他の天候状況によって増・減しなければならない。

縦目地とエッジは正確なラインマーキングの通りに施工されなければならない。

舗装区画のセンターラインに平行なラインを墨出しし、そのラインに合わせてセンサロープを設置し舗設機械を誘導しなければならない。

混合物は出来るだけ連続に舗設し、舗設速度は適切な転圧が出来るように調節されなければならない。

舗設機械のホッパー中のコンクリートレベルは、稼働中、「から」に近づいてはならない。また、舗装中のコンクリートは、オーガーシャフト以上に保たなければならない。

舗設のタイミングは仕様で規定されているタイムリミット内に全RCC混合物の舗設と転圧が出来るようにコントロールしなければならない。

降雨時には、打設を中止しなければならない。但し、表面のセメントと水スラリーの混合を生じない程度の軽微な霧雨の場合は除く。

既設部分からの養生水が、まだ固まらない表面や路盤面に流込むことのないような打設パターンで施工しなければならない。

18.2 後続ストリップの舗設に関する特記条項

フレッシュジョイントあるいはコールドジョイントを問わず、仕様通りに敷均し、転圧が成された最初のストリップに接するRCCストリップを舗設する際、舗設機械のスクリードは概設のストリップ上に、3～4in. オーバーレイさせなければならない。またスクリードは、締固めによって平滑、密実な目地が出来るような十分な高さになければならない。

舗設機により既に施工済みのストリップのエッジ上に置かれたRCC混合物は、全てリユートを使用して舗設中のストリップのエッジの方へ手で押戻さなければならない。この場合概設のストリップのエッジ上のRCC混合物と舗設中のストリップ内のまだ締固めされていない材料を足し合わせた量が平滑、密実な目地を造るに必要な量以上の場合、過剰のRCC混合物は認可済の方法で除去し、廃棄しなければならない。

18.3 舗設機械の後のショベル、レーキ作業

舗設機械の後にはショベル及びレーキ作業のための十分な作業員を配置し、完成RCC層が仕様に合格するように手作業でRCC混合物の追加、除去、敷均しを行わなければならない。

締固め中の部分へのRCC混合物の投入、散布は認められない。

転圧に先立ち、分離した粗骨材は如何なるものも表面からレーキで取り除かなければならない。舗設中にRCC混合物に分離が生じた場合には、原因が分り、対策がたてられるまで敷均し作業を中断しなければならない。

舗設機械が残した形状の不規則部分は舗設機械の直後に手作業で修正しなければならない。

エッジの整形作業中にRCC層にゆがみを与えてはならない。

18.4 手作業による敷均し（舗設機械の代替）

舗設機械が適用できない特異な形状の区画ではRCC混合物は手作業で敷均しを行わなければならない。敷均し作業は分離が起らないように注意して行わなければならない。混合物は緩い層状に敷広げ、締固められた時点で勾配と厚さが仕様規格と一致する様でなければならない。

18.5 寒中舗設

RCCの舗設は、大気温度が40°Fあるいはそれ以下になったときは中断し、その後再び35°Fあるいはそれ以上になるまで再開してはならない。

霜あるいは氷結した材料を含む表面上にはRCCを打込んではいけない。

規定された養生期間中にRCCが凍結しないような対策をしなければならない。

政府の判断次第では大気温度が35°F以下の時、あるいは35°F以下になると想定される時にもRCCの打設が認可されることもある。但しこれらの状況下でのRCCの打込みは許可証がない限り実施できない。

認可は以下に示す完全な対策を講じた場合に認められる。

RCCの下層材料は霜と完全にしゃ断されるように準備保護されねばならない。

加熱方法と設備は認可を受けなければならない。

骨材はミキサに入れる前に氷、雪及び凍結塊を取除かれなければならない。

舗設後72時間以上、少なくとも50°Fの温度に、また残りの養生期間中氷点以上の温度に保持するためにカバーその他の手段を講じなければならない。

凍結を受けたRCCは指図通りに除去、再打設されねばならない。

18.6 暑中舗設

日中最高気温が85°Fを超えるような暑い気候の期間では、次のような注意が払われなければならない。

遅延剤を使用することとし、遅延剤は、水供給システム中に正確に計量添加しなければならない。

RCCの下層材料についてはコンクリート打込みの直前に散水が施されなければならない。

RCCは可能な限り一番涼しい温度の時に舗設し、どのような場合にもRCC打込み温度は90°Fを超えてはならない。

骨材及び混練水は、それぞれあるいはどちらかは必要に応じて冷却されねばならない。

RCCは100ft/hr以下とならない速度で連続、迅速に舗設しなければならない。

新しく施工された舗装の仕上げ面は、養生システムが準備出来るまで認可済のスプレー装置で霧水を吹き付け、湿気を保持させなければならない。

暑さあるいは風が、発注官庁によって過酷であると判断された時は、特別な注意を払い、RCC面にプラスチックひびわれが出ないようにしなければならない。プラスチックひびわれの問題が想定されるような状況の時や何等かのプラスチックひびわれが始まっている時は、請負者は直ちにRCC面を保護するために必要な追加措置を講じなければならない。

この対策として防風網及び強力な霧水スプレーその他を用いなければならない。スプレーその他は舗設機械の直後で使用するものとする。

以上の対策の効果がなく、プラスチックひびわれを防止できない場合には、舗装工事を直ちに停止し、満足の行く状況になるまで待たねばならない。

18.7 雨天時の舗設

降雨時には、RCCを打設してはならない。請負者は、養生の初期12時間、降雨による表面の浸食からコンクリートを保護するための機材を手元に置いていなければならない。

表面のペーストを洗い流したり、浸食することがなく、コンクリート中にしみこむ霧雨及び小雨は、問題がなく、保護対策を必要としない。

19. RCC混合物の締固め

RCC混合物の締固めは、前述の仕様規格の通り自走式の振動鉄輪ローラ及びニューマチックタイヤローラによって行われねばならない。

転圧は敷均し後10分以内に開始し、目地部は別としてRCCの混練開始から45分以内に完了しなければならない。

敷均されたまだ固まらない混合物を転圧する際の遅れは認められない。

最初の転圧では、鉄輪ローラを有振で最小4回完全パスさせねばならない。同一材料上の一往復は2回の完全パス（例えば同一ルートでA→B→A）として数えることとする。

ローラは動き出すまで振動モードで作動させてはならない。

振動数及び振幅は仕様書の「その他設備」の章に明記されている範囲内で指示に応じて変化させなければならない。

振動ローラでの転圧が終了した後、直ちにタイヤローラを2回完全パスさせ、次いで、鉄輪ローラを無振モードで4回の完全パスを実施しなければならない。

最初の振動ローラ転圧の後、請負者は、クラウン、勾配及び平坦性についての予備試験を発注官庁の立会い下で実施しなければならない。

RI密度計を用いた密度試験を所定の位置について振動ローラの各パスの間で実施するものとする。

不良な所は転圧を続ける前に、勾配及び平坦性について仕様規格の通りになるよう修正しておかねばならない。更に、転圧完了時及び発注官庁の指示がある時、平坦性のチェックを実施しなければならない。

平坦性についての予備試験の後振動ローラでの転圧を、必要に応じて次のレベルまで継続しなければならない。すなわち、RI密度計による現場密度が最大値に達し、配合設計で得られた最大密度の98%以上の値に達するまで転圧を続ける。

最初のパスの間、30分以内にRCCを打継ぐことになっている何れのエッジもエッジから1-1/2ft.以内では、ローラを操作させてはならない。このエッジは隣接するレーンを舗設した後、ジョイントの両側を同時に締固めるものとする。

ローラドラム及び車輪の表面は常時清掃しておかねばならない。

19.1 ローラ及びタンパの操作

ローラの速度は常に出来るだけ低速にし、RCC混合物の変形を避けねばならない。また、1.5マイル/h以上の速度を出してはならない。ローラの方角転換、その他の原因で生じるRCCの混合物の変形は直ちに手作業で修正しなければならない。必要に応じてまだ固まらない混合物の追加及び除去を行わねばならない。

繰返しローラを操作させる時は、転圧の長さを少し変化させなければならない。

もし仕様規格の舗装密度が得られなかった場合、及び敷均し作業が転圧作業以上に進行している場合については、いずれにせよ転圧機械を更に追加しなければならない。

大型振動ローラを使用できない場所では手押し式ローラあるいはハンドタンパで完全に締固めを行わなければならない。

19.2 欠陥区域の修正

異物の混入する混合物及び欠陥のある混合物は除外しなければならない。既に転圧された区域の表面パッキングは認められない。補修部分は全厚を取除き、開口部の側辺をそれぞれ交通の方向と直行及び平行、かつ端面を垂直にしなければならない。十分な量のまだ固まらない舗装材を舗設し、仕様の勾配、平坦性及び密度になるように表面仕上げ及び締固めを行わねばならない。

19.3 各ストリップの転圧

転圧は、ストリップのひとつのエッジから開始し、次いでその他エッジ及び中央部の順で転圧を行わなければならない。各々のエッジに沿う最初のパスはエッジから約18in.の幅を残さなければならない。一つのエッジに沿って次のストリップを舗設し、その目地をフレッシュジョイントとして施工する時には次のストリップを舗設するまでローラを近づけてはならない。

次のストリップを舗設する側の目地をコールドジョイントとして扱う場合、あるいはエッジが舗装の最終エッジになる場合にはストリップ中央部の転圧の後にその残された18in部の転圧を実施しなければならない。

エッジが前に打込まれたストリップに接近しているときはフレッシュジョイント及びコールドジョイントを問わず、まだ締固めていない目地区画の転圧はストリップの中央部の後に実施しなければならない。

目地部分は必要に応じて手押し式振動ローラ及びその他の機械を補助的に用い、振動ローラで特別追加パス

を実施し、その目地部分の仕様に合った締固め度が得られるようにしなければならない。仕様規格の表面精度に合致する堅固な目地表面を造るために、必要に応じ手仕上げ作業を実施しなければならない。この作業方法は認可を必要とする。

転圧パターンは、「試験区間」に記載の転圧方法に準ずるものとする。

20. 平坦性、厚さ試験、修正

20.1 表面の試験及び修正

RCCの転圧後、直ちに、舗装面を認可済みの10ft.ストレートエッジを使用して試験しなければならない。なお、仕様規格の許容範囲を超える路面の不均整度はストレートエッジの試験エッジと路面の間隔により調べる。

試験作業は請負者が実施しなければならない。

試験エッジで適用許容差を超えると示された高所は目印を付けてカーボランダムレンガと水で研磨して削るか取除かねばならない。粗骨材が現れた場合はすぐに研磨を中止しなければならない。粗骨材の邪魔により上記の方法で高所あるいは水溜り部分（低部）を取除くことが出来ない場合は、RCCが14日経過した後、認可済み表面研磨機で舗装の高すぎる部分を修正するか、あるいはその欠陥舗装を再舗設しなければならない。

研磨の結果、舗装厚さが許容値以下になったものは認められず、再舗設しなければならない。

除去及び再舗設される舗装面積は、レーン幅以下とする。

仕上げ舗装の表面密度の承認及び拒絶についての試験は、政府の立会い下で請負者が実施する。

仕上げは、試験区間で確定した品質のものとし、浸食及び損傷の無いものとする。

20.2 厚さの評価

舗装の厚さは、請負者によって採取されたコアの測定に基づいて発注官庁が舗装厚の数値を決定する。コア採取は、舗装500y²当りに1ヶ所及びRCC打設後7日以内に発注官庁が任意に選択した箇所とする。コアの直径は6 in.とする。個々のコアについての計測は、承認済の方法で実施するものとする。

コアは政府の所有となり、適宜強度試験される。

20.3 厚さ不足

コア測定の結果、その舗装厚が1/4in.以上不足する場合、不足厚さが1/4in.以下になるまでその厚さ不足のコアが採取されたサイドについて車線のセンターラインに平行して25ft.の間隔で追加コアを抜取られなければならない。

一連のコアで厚さ不足が1/4～1/2in.の間である場合、平均厚さは、全コア厚さの平均値として算出する。

コアの厚さ不足が1/2in.以上の場合、そのコアが代表する区画は取除き、指図通りの厚さの舗装に再舗設しなければならない。

コアが代表する面積は、幅を全車線幅とし、長さを隣接コア間とする。あるいは長さ方向は定間隔設置の横施工ジョイント間とする。なお、横施工ジョイントがコア間に位置する場合においても同様である。

もし請負者がそのコア及び測定実施結果が実際の舗装厚さの真の値を正確に知るには不十分であると考えた場合には、請負者がそのコアの抜取り費用を負担するという条件で、追加コアの採取及び計測を行う。

21. RCCの施工目地

21.1 コールドジョイント

旧舗装と新設舗装の間の打継ぎ目または一日の作業の後の打継ぎ目及び硬化してコールドジョイントになった打継ぎ目については、本仕様書の通り、その舗装の新旧セクションの間の付着を確実にするようにしなければ

ばならない。

全ての目地は、仕様書の舗装についての章で決められている通りの肌理、密度及び平坦性を有していなければならない。

ほこり、砂あるいは他の障害物で覆われた既設のストリップの接触面はブラシできれいにするか、指図通りに認可パワーソーで切除しなければならない。コールドジョイントの施工において、先に施工したストリップのエッジがそのエッジの整形作業をする前に硬化してしまった場合には、いずれも、以下に規定するように、パワーコンクリートソーによって硬化RCCのエッジを切除することによって打継ぎ目を整形しなければならない。ソーカットでは舗装の少なくとも半分の深さまでエッジをカットしなければならない。残余部分は軽量機械工具を用い、手作業によるハツリにより取壊し、弛緩あるいは締固め不十分の材料のない垂直の面を造るようにしなければならない。また、その面が整形中に欠落を生じるようなことがあれば、そのエッジは再びカット、整形して垂直の面を造ることとする。打継ぎ目は、RCC打設の直前にセメント水スラリーで厚く、完全に塗布しなければならない。

21.1.1 横目地

新しく打込まれたRCCの無保護の端の部分のローラ通過は、ストリップの打込みが60分以上中止される時か、あるいは混合物の供給がまだ転圧されていない材料が凝結し始めるまで中断されたりする時のみとする。

これらの場合、先に打込まれたRCCのエッジは路盤の全厚さに渡って平坦、垂直な面になるようエッジ部以外のRCCを乱さないようカットしなければならない。この作業は、RCCの敷均し後30分～1時間内にホイールカッターブレード付きのモータパトロールか他の認可機械で実施しなければならない。平坦でない場所や複雑な場所においては手作業で修正することとする。

ストリップの打設中、舗設機は横目地上に位置させ、転圧後の密度及び平坦性が仕様規格の通りとなるようにまだ固まらないRCC材を敷均すことが出来るようにしておかなければならない。

必要に応じて継目部においてまだ固まらない舗装材の手仕上げをしなければならない。

手押し式ローラあるいは他の機械を補助的に用い、振動ローラの追加転圧を実施し、仕様に決められた層密度と仕上げ面を確保しなければならない。

21.1.2 縦目地

目地での敷均し及び転圧は、仕様書の「舗設」及び「RCC混合物の締固め」の章に準じて実施することとする。

先に打込まれたストリップのエッジは、RCC層の全体が平坦、清潔、安定かつ垂直な面を呈するように、また、舗設中のRCCに変化を及ぼさないようにカットしなければならない。切断は横目地に関する仕様規定に準じて実施することとする。

必要に応じてまだ固まらない舗装材により目地部分を手仕上げしなければならない。手押し式ローラあるいは他の機械を補助的に用いて、振動ローラの追加転圧を実施し、仕様で決められた層密度と仕上げ面を確保しなければならない。

21.1.3 フレッシュジョイント

最初のRCC舗設体の敷均し後60分以内、及び最初のRCC舗設体が凝結の兆候を呈する前に次の舗設が実施される舗装の目地は、フレッシュジョイントと考えなければならない。コールドジョイントに対して規定されているカッティングは要求されない。

この目地は、舗装の新・旧セクション間の付着が連続、確実になるように造られなければならない。

縦目地は、仕様書の「舗設」及び「RCC混合物の締固め」の章に準じて施工されなければならない。振動ローラでの追加パス、その他の締固め及び手仕上げ作業は、仕様通りの締固めと表面仕上げが確保されるよう必要に応じて実施されるものとする。

横目地も基本的には、同じ方法で造られるものとする。

横目地（フレッシュジョイント）を造る場合、最初のストリップへの転圧は、その終点から18in.のところで停止し、その次の打込みの開始部分と共に締固め、目地部分を形成することとする。

21.4 スリップジョイント

「道路、空港、操車場用普通コンクリート舗装」の節及び当該計画に準じて、エクспанションジョイントを必要としないRCCと普通コンクリートとの間に、スリップジョイントを施工しなければならない。

普通コンクリートに先立ってRCCを打設する場合、普通コンクリートの打設より前にRCCは全層カットし、アスファルト乳剤を最低1/8in.の厚さで塗布しなければならない。

21.5 エクспанションジョイント

「道路、空港、操車場用普通コンクリート舗装」の節及び該当計画に準じて、エクспанションジョイントを施工することとする。

普通コンクリートより前にRCCが打設される場合、エクспанションジョイント材を用いる前にRCCを全層カットしなければならない。

21.6 エッジング

舗装の外縁エッジに対し、幅1 ft.以上の路肩材を舗装面と同じ高さになるように打設しなければならない。この作業は、最終転圧が完了した後12時間以内かつ舗装が十分に硬化した時点で実施するものとする。

21.7 2層施工の場合のジョイント

表層RCCの縦目地は下層RCCの目地とプラスマイナス3 in.で一致するように舗設しなければならない。

表層RCCの横目地は、下層RCCの横目地と一致させなければならない。

22. 養生

ストリップの各部の転圧が完了した後、直ちに、RCCが少なくとも24時間経過するまでに、RCC表面を霧水散水車あるいは常時湿らせたバーラップによって連続的に湿潤状態を保持させなければならない。初期の24時間養生の後、RCC舗装は以下に示す方法のいずれかで引続き14日間養生しなければならない。

(1) 霧水散水車；(2) スプリंकラシステム；(3) 連続湿潤バーラップ被覆；(4) 湿砂

発注官庁が決めたような十分な養生が用意出来ない場合、請負者は、他の舗装養生方法を直ちに確立しなければならない。この場合、政府は追加費用を負担しない。規定された養生が行われていない領域は、政府の追加費用無しで除去、再舗設されねばならない。

22.1 霧水散水車

RCC舗装の表面は、霧水ノズルを装着した散水車を適当台数使用して、常時湿潤に保たなければならない。霧水ノズルは、霧水をコンクリート表面にオーバーラップして散水出来るものとする。これらは、必要に応じて舗装表面を常時湿潤状態に保持するために使われ、また、必要に応じてハンドホースによる霧水散水が補助的に用いられる。

搭載ノズルは、運転者から見え、車の前面に取付けたアタッチメントその他認可装置によって容易にその散水方向を変えることが出来るものとする。なお、アタッチメントとは、車のステアリング操作と連動するよう

なものである。

RCC舗装の表面を如何なる場合も水圧や水流によって浸食することの無い様に、霧水及び散水を施さなければならない。また、表面に水溜りが出来ないような水量で実施しなければならない。

散水車は、油その他汚染物を表面にこぼすようであってはならない。散水車が一旦舗装外に出る場合、舗装に戻る前に汚染物をタイヤから洗い落とさなければならない。散水車の総重量及び走行部の構造は、RCC舗装にひびわれその他の損傷を生じないようなものでなければならない。

霧水散水車の代わりに、請負者は、パイプラインと霧水ノズルとからなる認可済の霧水システムを使用することが出来る。霧水システムは、転圧の直後で作動でき、舗装区域の全域をカバー出来るものでなければならない。

22.2 スプリンクラーシステム

RCC舗装の表面は、ノズルを装着したスプリンクラーヘッドを適当台数使用して、常時湿潤に保たなければならない。ノズルは、霧水をコンクリート表面にオーバーラップして散水できるものとする。これらは、必要に応じて舗装表面を常時湿潤状態に保持するために用いられるものとする。

RCC舗装の表面を、如何なる場合も水圧や水流によって浸食することの無い様に、霧水及び散水を施さなければならない。スプリンクラーは、微細な水が散水でき、RCCの表面を浸食するようであってはならない。スプリンクラーシステムは、転圧の直後で作動でき、舗装区域の全域をカバー出来るものでなければならない。

22.3 バラップ（麻布）

バラップカバーは、乾燥状態で1平方ヤード当り14オンスかあるいはそれ以上の重量を持つ2層あるいはそれ以上の層からなるものとする。バラップは新品か、あるいはコンクリート養生用にだけ使用されたことのあるものとする。バラップ帯は、たとえ収縮しても、RCC舗装の全幅をカバーできる長さより、少なくとも1ft.は大きい長さを有するものとする。

マットは、互いに重ねて少なくとも6in.オーバーラップさせねばならない。マットは、敷広げの前に完全に濡らし、全養生期間中RCC舗装の表面及びエッジ部と密接させ、連続的に湿潤状態に保たなければならない。

22.4 湿 砂

湿砂は、少なくとも厚さ2in.の砂（寸法1/4in.以下）とし、コンクリートの全表面及びエッジに敷広げるものとする。全養生期間中、砂は、連続的に湿潤状態に保たなければならない。砂の敷均し及び取除きを通じて、コンクリート及びコンクリート表面に傷をつけないように注意しなければならない。

23. ひびわれ部の開先及びシーリング

RCC舗装は、ひびわれ間隔が80～100ft.と想定されている。打設の4週間後、全てのひびわれは開先加工し、シールしなければならない。開先加工は、エッジの欠落を最小にするように実施しなければならない。また、シーリングは、「道路及び空港用コンクリート舗装のジョイントシーリング」の節に準ずるものとする。

24. 不用材料の処分

欠陥部の補修で除去されたRCC材、廃材及び岩石片は、指示に応じ、指示された廃棄所に処分しなければならない。

25. RCCの試験機器

米国陸軍寒冷地研究所(CRREL、ニューハンプシャー、ハノーバー)には、舗装の物理的特性を評価する試験機器を備え付けていなければならないとされている。当該試験装置もCRRELが設置、提供する。請負者は、

験機器を備え付けていなければならないとされている。当該試験装置もCRRELが設置、提供する。請負者は、発注官庁の指図通りに当該試験プログラムにそって協力、助力するものとする。

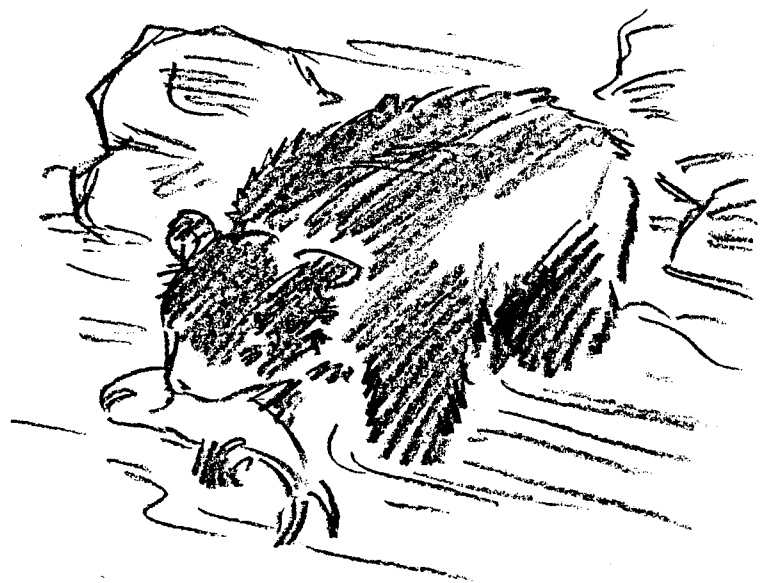
第4部 品質管理

26. 品質管理

請負者は、契約を確実に履行できるように、本節の各作業に対する品質管理方法を確立すると共に、それを維持しなければならない。また、材料、装置及び下記の施工作業（下記項目だけに限定するものにあらず）に関する品質管理の記録を保存しなければならない。

- a.路盤の準備
- b.RCCの製造
- c.敷均し
- d.締固め及び養生
- e.ジョイントの施工
- f.試験
- g.不合格舗装の除去及び再施工

26.1 これらの記録の写し、請負者実施の試験結果ならびに施工行為の修正の記録の写しは、発注官庁の指図に応じて政府に提出しなければならない。



ポートランド国際空港における転圧コンクリート舗装報告書

施 主：ポートランド港湾局；ポートランド国際空港
 プロジェクト エンジニア：Dave Irvine
 設 計 と 仕 様：CH₂M HILL
 配合設計研究所：Corps of Engineers
 請 負 業 者：Intertec Construction Company, Portland Oregon
 舗装下請業者：Jack Cewe Ltd. Vancouver, B. C.

I. プロジェクトの概要

ポートランド港はCH₂M HILLにポートランド国際空港（PDX）に旅客用ジェット機駐機場に8エーカーのエプロンの設計を依頼した。長期荷重条件のためポルトランドセメントコンクリート（PCC）と転圧コンクリート（RCCP）をアスファルトコンクリート（AC）の代替として検討し、RCCとアスファルトコンクリート舗装（AC）について計画と仕様を作成した。ポートランド港湾局はRCCPを選択して1985年5月に契約し、1985年8月始めに舗装を打設し始める予定である。

II. 入札と内訳

このプロジェクトでのRCCPはアスファルト舗装に較べて約22万\$の節約が実現した。最低入札6件共RCC舗装ですべてAC舗装より低かった（入札と内訳は下記に示す）。RCCPの最低入札はACの最低入札より32%低かった。時がたつに従いこの差は縮まると予想している。RCCPの施工業者はより多くの利益を求めるため価格を上げるだろうし、一方ACの施工業者は利益を減らすだろう。しかし何れにしても施主は材料の選択と費用節約のため柔軟な対応が出来るようになって来る。

下記はPDXプロジェクトに対する入札の抜粋を示している。（入札の共通項目は含んでいない）

業者	RCCP	AC
A	687,370.65	914,400.15
B	739,327.00	—
C	780,517.75	917,041.00
D	769,205.00	—
E	791,893.00	1,011,142.05
F	800,585.00	956,404.00
G	—	908,773.25
H	—	1,040,811.80
I	—	1,036,323.40

III. RCCとACの代表的断面

RCCPとAC舗装の代表的断面を添付した。各断面の設計にはFAA方法を採用した。RCCPとACの予備設計

はCBR 5（シルト）、20（砂）に基づいて作成し、次に各設計の費用を見積って各材料についての最も経済的な断面を選択した。RCCPはCBRが5の場合最も経済的な設計が出来、ACはCBRが20の場合最も経済的な設計が出来た。

IV. プロジェクト材料と機器

RCC用骨材

たわみ性舗装用に改良されたOregon State Highway Departmentの3/4-0 in 砕石が選ばれた。材料の粒度分布は下記のとおりに規定した。

篩 寸 法	通過分の累積% (重量)
1 in	100
3/4 in	90 - 100
1/2 in	75 - 100
3/8 in	60 - 100
1/4 in	52 - 75
10 番	25 - 46
20 番	16 - 32
40 番	8 - 24
100 番	5 - 15
200 番	5 - 10

ポルトランドセメント

ASTM C 150のⅠ型、Ⅱ型またはⅠ/Ⅱ型

配合設計

RCCの配合は28日材令で曲げ強度700psiを実現するように設計している。予備配合設計は請負入札に使用し、最終配合設計は請負業者が提出した使用材料に基づいて設計した。

材 料	予備配合設計 lbs/yd ³	最終配合設計 lbs/yd ³
セメント	360	488
ポゾラン	150	119
水	165	260
骨材	3,510	3,256
水 / セメント + ポゾラン	0.32	0.43

混合精度

RCC配合は下記精度に収まるように混合すること。

材料	変動%(重量)
結合材	±2.0
水	±3.0
1/4in番とそれ以上の篩の通過量	±6.0%
10-100番篩の通過量	±4.0%
200番篩の通過量	±2.0%

設 備

このプロジェクトには下記設備を指定した。

混合設備

二軸パグミルミキサまたは連続式ミキサで最低公称能力は時間当り600tであること。

舗装機

RCCの舗設機は自走型アスファルトフィニッシャをRCC用に改造したもの。使用しているフィニッシャは西独ABG社の Titan 410sである。

振動ローラ

自走式2ドラム振動ローラで重量は最低10tであること。

V. 建設関係

提出資料

建設開始前に幾つかの重要な参考資料を検討した。

- RCC、骨材、ポルトランドセメントとポゾランの指定試験成績表または材料証明書
- 設備についての製造業者のカタログ、運転データ及び仕様書
- 1分当りの骨材供給量とミキサの各深さにおける正味容積等の設備に関する情報並びに全体の配置を示すスケッチ
- 縦横のコールドジョイントを示したプロジェクトの施工完成図
- 高温天候下の影響に対する処置を含めたRCCP養生方法の詳細説明
- チャッチベースン及びマンホール等の構造の詳細説明

建 設

1. 打 設 層：最初の層を転圧した後第二層を打設する迄の時間は60分を超えないこと、また第二層の縦ジョイントは最初の層のジョイントを外れないこと。
2. 転 圧：転圧は打設後10分以内に始めかつ配合の混合開始後60分以内に完了すること。
3. 密 度 試 験：RCCPの密度試験はRI密度計で行うこと。現場密度は配合設計時に作成したRCCブロックの密度98%以上であること。
4. ジョイント：フレッシュジョイント（60分以内の完成）は特別処理を必要としない。コールドジョイントは下まで切取った上、洗浄し、セメントペーストを塗ること。
5. 厚さ、平坦性：指定厚さの±1/2inで平坦性は10ft当り±1/4inであること。
6. 養 生：養生は黄麻マットをかぶせ、7日間連続して噴霧すること。代替方法としての養生剤の使用は

許可しなかった。

VI. RCCについての一般的考え

骨 材

RCCPの今までの使用実績では配合には幾つかの天然骨材及び調整された骨材が使用された。過去のプロジェクトでは二種類の骨材が使われた。即ち（１）砂利と砂の混合骨材の場合と（２）アスファルト用碎石骨材の場合である。現地の骨材の状況に合わせて配合を変更できる柔軟性がRCCPの大きな利点であった。

利 点

RCCPはすべての問題を解決する舗装ではないが、幾つかの用途に適する重要な特性を備えている。

- 油や液体燃料の化学浸蝕に対する抵抗
- 長期耐久性;低い維持費
- 重量車輛や長期荷重下でのわだち掘れやクリープ問題がほとんど無い。
- 用途によって施工費が低い。

注 意

RCCPは平坦並びに表面精度が問題となる舗装用途には未完成のものである。技術仕様の作成には注意が必要である。全面施工をする前に試験舗装を実施して問題点を解決することが必要である。

転圧コンクリート舗装プロジェクトの資料

プロジェクト：北部駐機場

地 所：Portland International Airport, Portland, Oregon

舗 装 面 積：41,000yd²

施 主：Port of Portland

エンジニア：CH₂M/Hill, Portland Oregon

入 札 日：1985年3月20日

入札結果

	RCCP	路 床	合 計
(1) Intertec	\$ 687, 370	\$ 470, 222	\$ 1, 107, 593
(2) Gilbret-Pacific	739, 327	424, 940	1, 164, 267
(3) Cascade	780, 517	406, 697	1, 187, 214
(4) L.T,Contractors	796, 205	454, 631	1, 250, 836
エンジニアの見積	906, 686	494, 705	1, 397, 391

	AC舗装	路 床	合 計
(1) Cascade	\$ 917, 041	\$ 406, 696	\$ 1, 323, 737
(2) Intertec	914, 415	420, 222	1, 334, 637
(3) Lakeside	908, 773	444, 128	1, 352, 901
(4) Roadway Const	956, 404	475, 429	1, 431, 833
エンジニアの見積	1, 179, 879	494, 705	1, 674, 584

RCC配合設計

セ メ ン ト : 488 lb/yd³

ポゾラン-F級 : 119 lb/yd³

骨 材 : 改良 OREGON DOT規格-B級アスファルト舗装用碎石:3/4inMSA碎石、粒度分布はより高い細粒分を含むよう改良された。

RCCPの立方ヤード当り入札価格（製造並にセメントとフライアッシュを含む）

(1) Intertec	\$40. 73
(2) Gilbert-Pacific	39. 20
(3) Cascade	45. 37
(4) L. T. Contractors	43. 84

〔参考文献〕

- 1) ROBERT W. PIGGOT, OIAV O. NASS
“ROLLER COMPACTED CONCRETE PAVEMENT IN BRITISH, COLUMBIA, CANADA”
(ASCE MAY 1985)
- 2) DAVID W. PITTMAN. (US ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION)
AND DR. THOMAS D. WHITE. (PURDUE UNIVERSITY)
“ROLLER-COMPACTED CONCRETE PAVEMENT”
(3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCRETE PAVEMENT DESIGN AND
REHABILITATION APRIL 1985 PP107)
- 3) LOPEZ PERONA, RICARDO PLEITE, JULLEN
“SPANISH EXPERIENCES IN ROLLER COMPACTED CONCRETE PAVEMENTS IN THE
YEARS 1984-85”
(CEMBREAU. 第5回 コンクリート道路国際会議 1986)
- 4) K. D. HANSEN
“SUMMARY OF ROLLER COMPACTED CONCRETE APPLICATION”
PCA REPORT
- 5) “AIRCRAFT PARKING APRON PAVED WITH ROLLER-COMPACTED CONCRETE”
PORTLAND CEMENT ASSOCIATION JOB REPORT NO. 33
- 7) OSWIN KELTER JR. DIVISION MATERIALS AND PAVING ENGINEER NORTH PACIFIC
PORTLAND OREGON, U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS
“PAVING WITH ROLLER COMPACTED CONCRETE”
CONCRETE CONSTRUCTION MARCH 1986 PP289
- 8) “SMOOTHING OUT THE BUMPS IN RCC”
ENR JANUARY 23, 1986
(※抄訳：「建設の機械展」869にあり)
- 9) “RCC SLAB CARRIES HEAVY LOADS AT RAILROAD HUB FACILITY”
HIGHWAY & HEAVY CONSTRUCTION APRIL 1986
(※抄訳：「建設の機械展」869にあり)
- 10) “PAVER PLACE NEW MATERIALS”
WORLD CONSTRUCTION FEBRUARY 1986

- 11) "ROLLER COMPACTED CONCRETE FOR DURABILITY AND ECONOMY"
(※出典不明 全文コピーあり)
- 12) C. D. BURNS, K. L. SAUCIER
"VIBRATORY COMPACTION STUDY OF ZERO-SLUMP CONCRETE"
ACI JOURNAL MARCH 1978
- 13) "ROLLER COMPACTED CONCRETE FOR PAVEMENT"
ABG社 (西ドイツ舗装機械メーカー) 資料
- 14) "INTERMODAL TERMINAL PAVED WITH ROLLER COMPACTED CONCRETE"
ROCKY MOUNTAIN CONSTRUCTION-MAY 19. 1986
- 15) "RCC CONSTRUCTION AT THE PORT OF TACOMA, WASHINGTON"
ABG-REPORT 36 (1985)
- 16) "CONSTRUCTION OF THE ROLLER COMPACTED CONCRETE(RCC) PAVEMENT AT
PORTLAND INTERNATIONAL AIRPORT, PORTLAND, OREGON, U.S.A. USING A HEAVY-
DUTY ABG PAVER-FINISHER TITAN 410 S WITH VIBRO-DUOTAMP HIGH DENSITY SCREED"
ABG-REPORT 37 (1985)
- 17) "ROLLER COMPACTED CONCRETE"
- 18) "ROLLER COMPACTED CONCRETE FOR PAVEMENT"
CANADIAN PORTLAND CEMENT ASSOCIATION
- 19) "RCC APPLICATION, RESEARCH, AND TECHNOLOGY TRANSFER CONTINUES TO
EXPAND"
RCC-NEWSLETTER (1986)
- 20) "INTERMODAL FACILITY DENVER, COLORADO"
- 21) "MULTNOMAH COUNTRY RCC TEST SECTION FACT SHEET"
PORTLAND, OREGON
- 22) "ROLLER COMPACTED CONCRETE PAVEMENT AT PORTLAND INTERNATIONAL
AIRPORT"

- 23) "SOUTH INTERMODAL YARD, PORT OF TACOMA"
WASHINGTON
- 24) "BETONPACT REINFORCEMENT"
DU CD 124(YONNE) (1981)
- 25) KENNETH D. HANSWN
"A PAVEMENT FOR TODAY AND TOMORROW"
AN INTRODUCTION TO RCC PAVING CONCRETE INTERNATIONAL(ACI)1987/2 VOL.9NO.2
- 27) WILLIAM D. PALMER
"ONE TOUGH PAVEMENT"
RCC PAVING CARRIESE A LOT OF WEIGHT ALL DENVER INTERMODAL TERMINAL.
CONCRETE INTERNATIONAL(ACI).1987 / 2 VOL.9 NO.2
- 28) JORY M. ABRAMS AND JERRY L. JACKHA
"AN AIRPORT APLON AND A COUNTRY ROAD"
CONCRETE INTERNATIONAL(ACI).1987 / 2 VOL.9 NO.2
- 29) CHARLES V. LOGIE AND JAMES E. OLIVERSON.
"BURLINGTON NORTHERN RAILROAD INTERMODAL HUB FACILITY"
CONCRETE INTERNATIONAL(ACI).1987 / 2 VOL.9 NO.2
- 31) ROBERT W. PIGOTT
"TEN YEARS OF HEAVY DUTY PAVEMENT IN WESTERN CANADA"
CONCRETE INTERNATIONAL(ACI).1987 / 2 VOL.9 NO.2
- 32) RONALD L. HUTCHINSON, STEVEN A. RAGAN AND DAVID W. PITTMAN
"HEAVY DUTY PAVEMENT"
CONCRETE INTERNATIONAL(ACI).1987 / 2 VOL.9 NO.2
- 33) JOHN L. LARSON
"DESIGN PRACTICES AT THE PORY OF TACOMA"
CONCRETE INTERNATIONAL(ACI).1987 / 2 VOL.9 NO.2
- 34) THOMAS D. WHITE
"MIX DESIGN, THICKNESS DESIGN, AND CONSTRUCTION OF ROLLER-COMPACTED
CONCRETE PAVEMENT"

TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1062

35) ROBERT W. PIGOTT.

"ROLLER COMPACTED CONCRETE FOR HEAVY DUTY PAVEMENTS : PAST PERFORMANS, RECENT PROJECTS AND RECOMMENDED CONSTRUCTION METHODS"

36) DAVID W. PITTMAN

"CONSTRUCTION OF ROLLER-COMPACTED CONCRETE PAVEMENTS"

TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1062

37) JORY M. ABRAMS, JERRY L. JACKSHA, ROBERT L. NORTON. AND DAVID J. IRVINE

"ROLLER COMPACTED CONCRETE PAVEMENT AT PORTLAND INTERNATIONAL AIRPORT"

TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1062

38) STEVEN A. RAGAN

"EVALUATION OF THE FROST RESISTANCE OF ROLLER-COMPACTED CONCRETE PAVEMENTS"

TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1062

39) RITA F. STEWART AND CLIFF J. SCHEXNAYDER

"CONSTRUCTION TECHNIQUES FOR ROLLER-COMPACTED CONCRETE"

TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1062

40) SHIRAZ D. TAJABJI, DAVE HALPENNY

"THICKNESS DESIGN OF ROLLER-COMPACTED CONCRETE PAVEMENTS"

1987 ANNUAL MEETING OF THE TRANSPORTATION RESEARCH BOARD

41) "A REPORT FROM THE SEATTLE DISTRICT"

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS

(ビデオ)

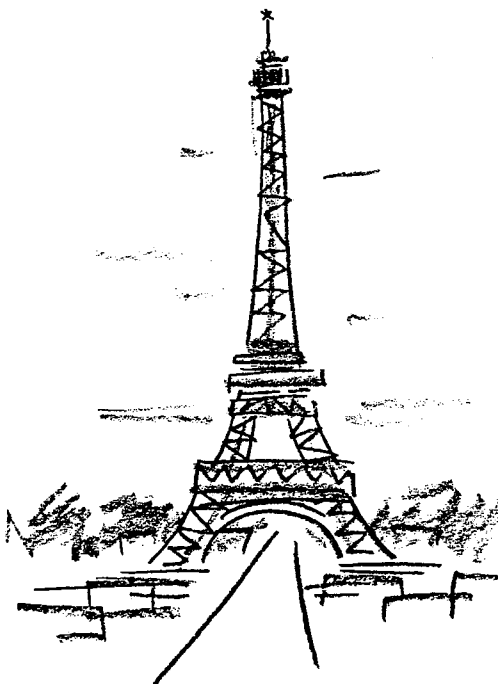
42) J. E. NISSOUX(F)

"THE USE OF ROLLER COMPACTED CONCRETE FOR ROAD-BUILDING"

XVIIIth WORLD ROAD CONGRESS, BRUSSELS 13-19 SEPT. 1987

TECHNICAL COMMITTEE REPORT NO.7, PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ROAD CONGRESS

- 43) RUPORT SPRINGENSCHMID UND WALTER FLEISCHER
"TECHNOLOGIE UND ANWENDUNG VON WALZBETON"(ROLLER COMPACTED CONCRETE)
STRABE UND AUTOBAHN-HEFT 6/1987
- 44) SCOTT K. BORGES
"ROLLER COMPACTED CONCRETE PAVEMENT : U.S. AIR FORCE DECISION MODEL"
ASCH CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT VOL.113 NO.3. SEP. 1987
- 45) "TEXAS ROLLS CONCRETE ROAD"
- 46) "PLACING OF ROLLER COMPACTED CONCRETE WITH HIGH-POWER COMPACTION
SCREEDS OF THE TYPES VÖGEL "HVA" AND "HVB" ON THE AREA OF THE U.S. ARMY
IN KITZINGEN, FRG



謝 辞

このたび、RCCPに関する欧米先進諸国の実情を調査すべく「RCCP欧米調査団」の編成を計画いたしましたところ、幸い関係各方面のご賛同を得、且つ参加者のご努力により無事目的を果たすことができました。

ご参加いただきました皆様方はもとより、ご派遣下さいました関係諸機関に対し、心よりお礼申し上げます。

社団法人 セメント協会

専務理事 小 野 雅 文

ISBN 4-88175-022-4 C3051 ¥1000E

RCCP欧米調査報告書

昭和63年3月発行

本体価格 1000円

送料実費

発行所

社団法人 セメント協会

東京都中央区京橋1-10-3

服部ビル4階〒104

電話 (03) 561-8632 (図書販売)

振替貯金口座 東京7-196803

印刷所

株式会社水野写真工芸印刷所