

# オーストラリアRCCP調査報告書

1989年3月

社団法人 セメント協会



# オーストラリアRCCP調査報告書

## 目 次

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| I. 総説 .....                                  | 2   |
| II. 調査報告 .....                               | 6   |
| 1. オーストラリアにおけるRCCP .....                     | 6   |
| 2. キーーンズランド州におけるRCCP .....                   | 12  |
| 3. ヴィクトリア州におけるRCCP .....                     | 27  |
| 4. タスマニア州におけるRCCP .....                      | 37  |
| 5. オーストラリアにおけるILB舗装 .....                    | 43  |
| 6. チャンギ国際空港のコンクリート舗装 .....                   | 49  |
| III. 結び .....                                | 52  |
| IV. 調査日程 .....                               | 53  |
| V. 訪問先 .....                                 | 55  |
| VI. 団員名簿 .....                               | 56  |
| VII. 旅行雑感 .....                              | 57  |
| VIII. 資料 .....                               | 63  |
| 資料－1 資料リスト .....                             | 64  |
| 資料－2 オーストラリアの道路 .....                        | 66  |
| 資料－3 オーストラリア セメントコンクリート協会の概要 .....           | 73  |
| 資料－4 オーストラリア・キーーンズランドにおけるローラ転圧コンクリート舗装 ..... | 82  |
| 資料－5 加速載荷装置と舗装調査ALF .....                    | 99  |
| 資料－6 パゲミル型連続混合プラントの舗装工事への応用 .....            | 101 |

## I. 総 説

(社)セメント協会では、わが国における転圧コンクリート舗装の研究開発の一助とするため、海外の実情調査と技術資料蒐集を目的として1987年11～12月に西ドイツ、スペイン、フランス、アメリカおよびカナダで現地調査を行い、その成果をRCCP欧米調査報告書として発表した。この海外調査の一環として、このほど(1988年10月～11月)オーストラリアにおけるRCCPの実態調査を中心とした道路舗装に関する調査を実施した。

出発に先立って、予めそれぞれの関係機関に調査の趣旨と質問事項を連絡しておき、現地では現場の案内と説明を受けたが、何れの訪問先でも懇切丁寧な対応に接し、とくにクィーンズランド州幹線道路局およびオーストラリアセメント・コンクリート協会のご配慮により、予想以上に効率的な実地視察と率直な意見交換が出来たことは幸いであった。

転圧コンクリート舗装に関してはクィーンズランド、ヴィクトリアおよびタスマニアの3州においてそれぞれ2ヶ所ずつ、計6ヶ所の現場を調査することができ、また関連する調査としてブリスベンにおけるインターロッキングブロック舗装、チャンギ空港のコンクリート舗装およびニュージーランド、オーストラリア、シンガポールの道路舗装についても視察の機会を得た。

それぞれの訪問先におけるミーティングおよび現地調査の結果等の詳細については次章以下によることとして、本章ではまずオーストラリアの道路事情を概観し、ついで調査を通じて得られた転圧コンクリート舗装に関する知見を要約しておくことにする。

オーストラリアの道路総延長は約853,000kmで、その内訳は高速道路が約790km、主要道路(わが国の一般国道に相当する道路)が約38,700km、二級道路(都道府県道に相当)が約91,800km、その他の道路(市町村道に相当)が722,000kmである。

また国土面積(7,682km<sup>2</sup>)が広大なことから、道路密度は0.11km/km<sup>2</sup>で極めて低く、これはわが国の27分の1、アメリカのおよそ6分の1程度である。

一方、自動車保有台数は8,711千台(トラクター、2輪車を除く)で、その普及率は575台/千人であり、アメリカの約80%、わが国の約1.4倍に相当する。そこで自動車千台当りの主要幹線道路延長(高速道路+主要道路)をみると4.54kmで、アメリカと同程度であるが、わが国(1.01km)の約4倍となっている。

オーストラリアの道路網の建設と管理は、連邦政府と州政府が分担して行っており、その管理延長割合は前者が約22%、後者が残り78%となっている。

しかし、1959年以降は、オーストラリアの6州(ニューサウスウェールズ州、ヴィクトリア州、クィーンズランド州、南オーストラリア州、西オーストラリア州およびタスマニア州)と、北部ならびにコモンウェルズの道路管理当局で構成されるNational Association of Australian State Road(NAASR)によって、道路工事に関するあらゆる問題点の調整を図りながら進めているとのことである。

道路の舗装率は約50%であるが、ほとんどが歴青系舗装で、またその多くがチップシール舗装であることは、わが国の舗装のおよそ2/3が簡易舗装である状況と類似している。

チップシールは図-1.1および図-1.2に示すように上層路盤上に施工される浸透式舗装であるが、オーストラリアの道路は比較的交通量が少ないこともあってか、極めて良好な供用性を示していた。また、これは建設中の幹線道路においても、特に過酷な条件の箇所や騒音対策が必要な所を除いて、ステージコンストラクションの一

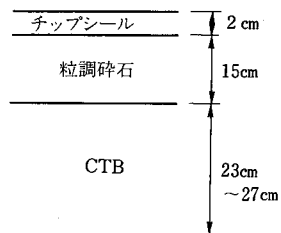


図-1.1 チップシール舗装

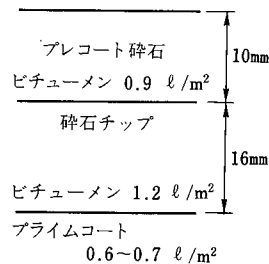


図-1.2 チップシール

段階として広く採用され、供用後10～15年にアスファルト・コンクリートによるオーバーレイが計画されている。

オーストラリアにおいて転圧コンクリート舗装(RCCP)の施工が本格化したのは1986年からのことで、現在までの実績はおよそ17万㎡である。その背景には、1960年代にはじまるセメント安定処理工法(CTB)の400万㎡に及ぶ豊富な実績に基づく技術的蓄積があり、RCCPはCTBの延長線上にある技術として位置づけられている。

#### 1) 定義と舗装構造

オーストラリアでは、セメントコンクリートをローラ転圧により舗設する工法を全てRCCP工法と総称する場合もあるが、一般には、それを舗装の路盤に適用する場合にはCement Treatment Base(CTB)、表層として用いる場合にはRoller Compacted Concrete Pavement(RCCP)と呼んでいる。

ただしビクトリア州のように、CTBとRCCPとの相違を施工上の差よりも配合による差に着目して、添加するセメント量の違いで区別している場合もあり、呼称は州により多少差異があるようである。

CTBは低品質骨材の活用、その耐久性とくに耐水性および経済性などから採用されている。また、これは収縮ひびわれ発生の問題から一時期、その適用が中断されたことがあったが、近年の重交通車両の増加に伴って、その優れた荷重分散機能が見直されてきている。

一方、RCCPは既存の標準的な施工設備が使用できる、低コストが期待できる、耐久性に優れ保守費が少ない等の利点が注目され、試験施工をととして種々の検討が積極的に進められている状況にある。

舗装の構成としては、CTBの上にアスファルトコンクリートの表層を設けるものや、CTBの上にRCCPを重ねるもの等、様々な組合せがあるが、標準的な舗装構成を示すと図-1.3および図-1.4のようである。

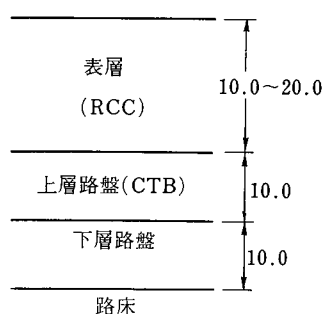


図-1.3 RCCPの構成 (単位cm)

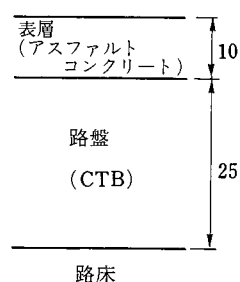


図-1.4 RCCを路盤に適用した構成 (単位cm)

目地は、初期の施工では設けていなかったが、最近ではナチュラルクラックが角欠けに発展することから、カット目地を設ける傾向にある。ただし、収縮ひびわれの間隔が路盤との組合せで一様でないことから、目地間隔はcase by caseに定めており、これまでの実績では工業地帯の舗装では20～30m、一般道路（版厚20cm以下）では15m程度でカットしている。

なお、目地部にはスリップバーやタイバーは用いていない。

## 2) 材料および配合

骨材は、良く選別された均質な粒度をもったものを使用し、粗骨材の最大粒径は25mmとしている。またRCCPでは細粒分が圧縮強度に影響を与えることから、微粒子分10%までのものを使用している。

セメントは、一般にはフライアッシュ入りセメントを使用する例が多く、その他、シリカフェーム等の粉末スラグなども用いている。その他の添加剤として、凝結遅延剤を少量添加する場合もある。

RCCPの配合設計は、突固め試験によって最適含水量を求め、圧縮試験によってセメント量を求めている。この場合の設計強度は30～35MPa（306～357kgf/cm<sup>2</sup>）を目安としている。この結果、配合率は以下のような例が多い。

|      |                      |
|------|----------------------|
| 骨 材  | 80～82%               |
| セメント | 10～15% (CTBの場合 3～5%) |
| 水    | 5～6%                 |

なお、ここでCTBは13～15MPa（132～153kgf/cm<sup>2</sup>）を目安としている。

## 3) 施工

RCCの製造は、連続式・2軸パグミルミキサを備えた移動式プラントを現場近くに設置して行っている。この点は、工事規模との係わりはあるが、連続的に供給できる方法としてわが国においても検討の余地があろう。

RCCの運搬はダンプトラックで行っており、凝結遅延剤を使用しない場合の運搬時間として、15分以内（運搬距離で3km程度）を目途にしている。

敷均しは、アスファルトフィニッシャーで行っている。この場合のフィニッシャーは、ダブルタンパ型を指向しながらも、現状ではシングルタンパ型の機構のものが多かった。

この様に高締固め型アスファルトフィニッシャーが普及していないため、仕上り精度に自ら限界があり、自動車が行く道路では、アスファルトコンクリートをオーバーレイして表層とする必要があるとする考え方があられる。

さらに2層以上で施工する場合もあり、この時は下層と上層を十分に付着させることが重要であることから、施工時間が長くなる場合（1時間以上）は、セメントスラリー等を塗布する措置を施している。

転圧は、10～12tの振動ローラを用いて締固めを行っている。また表面の肌理の確保のために、タイヤローラを使用することもある。

締固めの管理として、現場ではRI密度計が一般化している。

養生は、一般には湿潤養生を7日間行って開放するが、現場条件に応じては、締固め完了後、即時開放することもある。

## 4) 品質管理および検査

施工上のポイントとして、以下の点が重要であると指摘している。

### ①RCCの材料の均一性

②セメントに代表される添加材料の正確な管理

③水分量の最適管理

④混合後は、速やかに舗設して仕上げる。

⑤舗設の寸法を正確に行う。

⑥適切に完全に締固める。

これらに関して、RCCのコンシステンシーはプラントでコントロールすることにしており、水分量やセメント量の計量精度を重視している。

締固め度の管理目標は、基準密度に対して敷均し時に90%以上、締固め終了時に100%を目標に行っている。

一方、わが国では基準密度を決めるための供試体の作製方法が統一されていないこともあって、理論最大密度を基準とし、締固め完了後の締固め率は97%以上を目標としている点と異なっている。実際には、突固め試験でOMCを決める場合でも、3%前後の空隙率が残ることを考慮すると、オーストラリアのように供試体作製方法を統一して、基準密度に対する締固め度管理を行う方が実用的と思われるので参考になろう。

平坦性は直定規を用いてチェックしているが、目標とする数値は明らかでない。

施工厚さの管理には、路盤の仕上がり精度を向上させ、高さを自動コントロールするセンサロープを用いて、実施している。

## 5) RCCの特性

RCCの現場における強度は、材令28日の圧縮強度で36~40MPa (367~408kgf/cm<sup>2</sup>) 程度である。

RCCの乾燥収縮量は、スリップフォーム工法に使用される普通コンクリートの約1/2である。

供用後の表面摩耗については、現在のところ通常のコンクリート舗装と比較評価できるだけの経験がないようである。なお、オーストラリアでは、スパイクタイヤの使用が禁止されているし、RCCPの打換えなど修繕に関しては、現在のところ十分な経験がない。

## 6) 今後の見通し

RCCPの施工実績は、これまでのところメルボルン、タスマニア、アデレードなどでの施工例が多いが、近く南オーストラリアの鉄道コンテナヤードで約60万m<sup>2</sup>やクィーンズランド州の一般道路で約3kmなど大規模なRCCPの施工予定があるほか、今後は以下に示す個所での適用が有望であるとしている。

- ・ 鉱山採掘運搬道路
- ・ 鉄道の道床、港湾およびコンテナ集積場の舗装
- ・ 軍関係道路
- ・ 地方道路
- ・ 主要道路（ただし、アスファルトコンクリートでの表層が必要）

オーストラリアにおけるRCCPの設計・施工等に関する技術の推進にはセメント・コンクリート協会が重要な役割を演じている。協会は行政当局に積極的に協力し、当局も協会に厚い信頼を寄せていることがうかがわれた。

行政機関の新技术に対する取組も非常に前向きであり、たとえば供用中の道路において延長1kmに及ぶ規模の試験舗装を実施し、ここで支葉末節にとらわれず種々の大胆な実験を行うなどしている。こうした研究によりオーストラリアが、RCCPの特色を十分に活した技術の進歩のために、大きく貢献する日も遠くないであろう。

## Ⅱ．調査報告

### 1. オーストラリアにおけるRCCP

#### 概 説

オーストラリアにおいては、過去にセメント安定処理(CTB)工法を数多く施工した経験を持っている。そのためRCCPの技術はCTB工法と類似の工法と考えている。

しかしRCCPとしての新しい技術の開発については、また新たな感覚で積極的に取り組んでいる。オーストラリアでは各州毎にRCCPの試験施工を行い、その技術の確立をめざしている。

RCCPの技術についてはアメリカの陸軍工兵隊やポルトランドセメント協会の仕様書を参考にして検討されているが、技術的指導については、シドニーにあるセメント・コンクリート協会本部と各州にある支部が行っている。

セメント・コンクリート協会本部を訪問し(写真1-1,2)、説明を受けたRCCPに関する事項とディスカッションの内容について以下に記述する。

#### 1.1 オーストラリアセメントコンクリート協会におけるミーティング

##### 1.1.1 ミーティングの概要

(1) 年月日：1988年11月2日

(2) 場 所：Cement & Concrete Association of Australia

(3) 説明者：Mr. C.F. (Paul) Morrish (オーストラリアセメントコンクリート協会総務部長)

Mr. John R. Hodgkinson (オーストラリアセメントコンクリート協会上席技師(道路舗装))

Morrish氏からセメントコンクリート協会についての説明があった。

Hodgkinson氏からは、オーストラリアにおけるRCCPの現況と将来およびRCCPの技術的課題等について詳細な説明があった。その後RCCPに関する質疑応答を行った。

##### 1.1.2 RCCPに関する説明内容

###### (1) 適用

###### 1) 適用理由

RCCPの適用理由は、以下の4点である。

- ①低コストが期待できること。
- ②耐久性と低維持費が期待できる。
- ③既存の舗設用機械が使用できる。
- ④標準規格以下の骨材が使用できる。

###### 2) 経緯と施工実績

オーストラリアでは、1986年からRCCPの施工を開始し、現在までの適用場所ごとの施工実績は以下の

とおりである。

|                |          |
|----------------|----------|
| ・鉄道貨車/トラック積替え場 | 10,000㎡  |
| ・重交通道路         | 55,000㎡  |
| ・鉱山採掘運搬道路      | 28,000㎡  |
| ・コンテナ集積場       | 40,000㎡  |
| ・重車輛駐車場        | 20,000㎡  |
| ・地方道路のオーバーレイ   | 8,000㎡   |
| ・宅地内道路         | 8,000㎡   |
| 合計             | 169,000㎡ |

### 3) 適用上の問題点

RCCPを適用する場合に問題となる事項は、下記の2点である。

- ①自然に発生する収縮ひびわれが避けられない。
- ②現有のフィニッシャによる施工では仕上り精度に限界があるので、時速60km/h以上の箇所にはアスファルトコンクリートによるオーバーレイが必要である。

### 4) 経済性

RCCPの建設費用は、通常のコンクリート舗装に比べ20～25%、厚層のアスファルト舗装に比べ30～35%程度それぞれ安価である。

## (2) 設計

- ①1レーンの幅員 : 3.7mが標準である。
- ②舗装厚 : アメリカのポルトランドセメント協会や陸軍工兵隊の基準に従っている。
- ③コールドジョイント : 縦方向の打継ぎ部や横方向の施工ジョイントでコールドジョイントとなる場合にはカッターで切断する。
- ④横目地 : 収縮目地はカット目地を設ける傾向にある。目地間隔は、工場地帯の舗装で版厚が厚いものでは20～30m、一般道路で版厚が20cm程度以下では約15mと考えている。
- ⑤表面処理 : 工場地帯の舗装や低速度で使用する道路では、RCCP上に特に他の表層は設けない。高速道路では、RCCPの平坦性の問題からアスファルトコンクリートによる表層が必要となる場合がある。

## (3) 使用材料

### 1) 骨材

骨材は、粒度組成が良く、最大寸法25mmで、ノンプラスチック(N.P)な微粒分が10%以下のものを使用している。

### 2) セメント

普通セメント300kgにフライアッシュまたは微粉末スラグを80～100kgの割合で混入した混合セメントを通常使用している。

単位セメント量は330～340kg/㎡程度である。

### 3) 混和剤

凝結遅延剤を使用することがある。

#### (4) 配合

##### 1) 配合割合

一般的な配合割合は、骨材量80～82%、セメント量12～14%、水量5～6%である。

材令28日の圧縮強度の目標値は、38MPa (388kgf/cm<sup>2</sup>) としている。

##### 2) 粒度範囲

標準的な粒度範囲と実際の現場で使用された骨材合成粒度の例を図-1.2.2.1に示す。

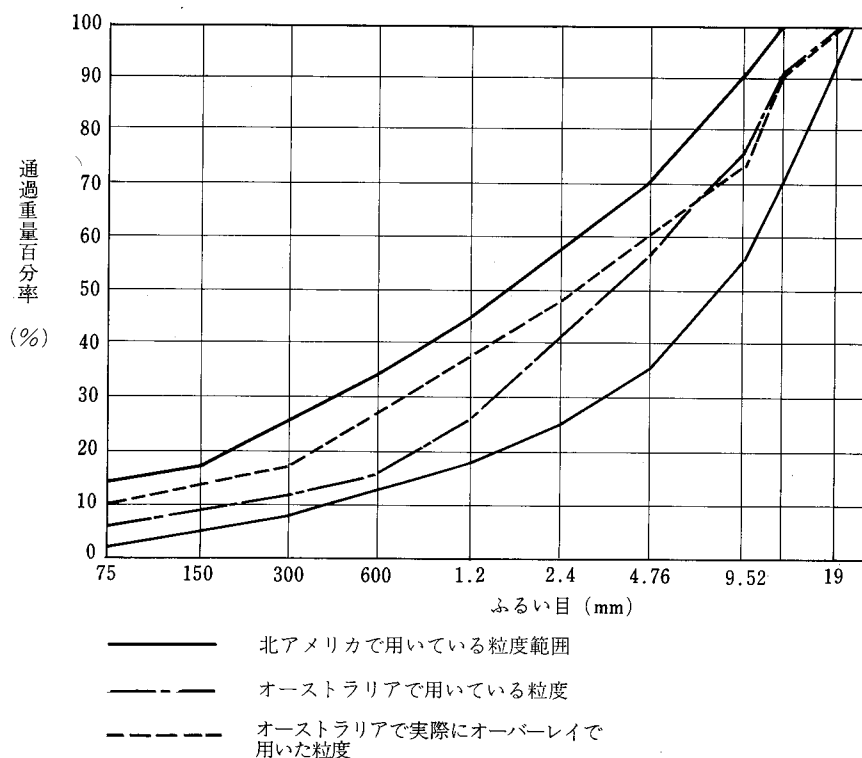


図-1.2.2.1 RCCの粒度範囲および合成粒度の例

#### (5) 施工

##### 1) 準備工

路盤は、ローラ転圧によるRCCの十分な締固めを得るために高い支持力が必要である。

##### 2) 製造・運搬

RCCの製造は通常、連続式2軸パグミルミキサを備えた移動式プラント（ARAN社製）を施工現場近くに設置して行っている。なおARAN社は1978年頃からRCCPの研究を行っている。

プラントにおける製造上の管理では、特に水量とセメント量が重要であるので、計量器は日常点検を行っている。水量は、設定より少なすぎると十分な締固めができなくなり、逆に多すぎると仕上がり面の形状不良となる。

セメントフィーダは、ベルトフィーダを用いている。一定量の計量のため、サイロ内におけるセメントのストック量は常にフィーダ面から1m以上とする。

プラントから舗設現場までの運搬は、ダンプトラックを使用している。なお、凝結遅延剤を使用しない場合の運搬時間は15分以内（運搬距離で3km程度）を目途としている。

プラントには容量1 ton程度の貯蔵ホッパを設置し、ダンプトラックへの積み込み時の材料分離を極力少なくするように配慮している。

### 3) 敷均し

敷均しは、通常ABG社のフィニッシャを使用している。

敷均し端部は、フィニッシャのサイドプレートテーパにし、特に型枠は使用していない。勾配のある箇所では、低い側から高い側に向けて施工している。

仕上がり面の平坦性を確保するためには、連続施工が重要であり、施工中は極力フィニッシャが停止しないように、常に後続のダンプトラックを待機させておく。

一層の施工厚さは、ローラ転圧により十分な締固めを得るためには最大22.5cm程度、更に平坦性を重視する場合には12.5cm程度までが良い。

二層以上の施工の場合の下層と上層との接着のためには、下層施工後に冬期は1時間以内、また夏期は45分以内で上層を打継ぐ必要がある。これ以上の時間を要する場合には、セメントスラリー（C:S=1:3、塗布量=2 kg/m<sup>2</sup>程度）により層間の接着を行う。

### 4) 締固め

締固めには、10～12ton級の振動ローラ（シングルまたはダブル鉄輪）を使用している。標準の転圧回数は、無振1回、有振6回とし、更に無振で仕上げ転圧を行う。なお、表面の肌理を良好とするためにタイヤローラを使用することもある。

転圧は、十分な締固めと均一な密度とすることが重要で、締固めの管理にはRI密度計を使用している。

### 5) 目地

コールドジョイントおよび施工打止め部は、カッタで切断して次のレーンに打継いでいる。

収縮目地はカッタ目地とし、カッタの深さは版厚の1/3程度としている。

### 6) 養生

養生は、原則的として7日間の散水噴霧養生を行う。軽交通道路（重量3 ton程度以下）では施工終了直後に供用できるが、この場合でも散水養生は継続する。なお、重交通道路では7日間は供用させないことにしている。

## (6) 品質管理および特性

### 1) 品質管理

RCCのコンシステンシーの管理は、プラントにおいて定期的なチェックを行っている。現場での施工状況から配合の修正が必要な場合は、施工担当者から製造担当者へ無線で連絡する。

仕上がり面の平坦性のチェックには、直定規を用いている。平坦性の確保には、敷均し締固め度が90%以上でかつ連続施工に努めるが、その他にRCCの施工厚さを一定とするように、路盤の仕上がり精度の向上と敷均しの高さを自動コントロールするためのセンサロープなどに注意を払っている。

### 2) RCCの特性

RCCの現場における強度は、材令28日の圧縮強度で30～35MPa（306～357kgf/cm<sup>2</sup>）程度である。

RCCの乾燥収縮量は、スリップフォーム工法に使用される普通コンクリートの約1/2である。

RCCの凍結融解抵抗性については、オーストラリアの冬が日本ほど寒さが厳しくないため、特に問題としていない。

供用後の表面摩耗については、現在のところ通常のコンクリート舗装と比較評価できるだけの経験がな

い。なお、オーストラリアでは、スパイクタイヤの使用が禁止されている。

#### (7) 修繕

RCCPの打換えなど修繕に関しては、現在のところ十分な経験がない。

#### (8) 展望

オーストラリアのRCCPの施工実績は、現在までに約17万㎡であり、メルボルン、タスマニア、アデレードなどでの施工例が多い。

RCCPは、経済性、施工の容易性などの利点があるため、今後以下に示す箇所での適用が有望である。

- ・ 鉱山採掘運搬道路
- ・ 鉄道の道床・港湾およびコンテナ集積場の舗装
- ・ 軍関係道路
- ・ 地方道路
- ・ 主要道路（ただし、アスファルトコンクリートでの表層が必要）

なお、南オーストラリアにある鉄道会社では、コンテナヤードに約60万㎡のRCCPの施工予定がある。

## 1.2 考 察

オーストラリアにおけるRCCPは、近年その適用が開始され、実績はまだ少ない。しかし、RCCPに関する研究は、堅実な考え方のもとに着実に進展しているようであり、今後も更に普及してゆくものと感じられる。

以下には、オーストラリアにおけるRCCPの技術を参考とし、現状におけるわが国のRCCPとの相異点や今後に検討を要する事項について記述する。

### 1) 材料および配合

使用する粗骨材の最大寸法は25mm程度とわが国とほぼ同様であるが、細骨材の使用量は若干多い。細骨材は、含まれる細粒分の量と質とを吟味しており、これは粗骨材のまわりへのモルタル分の付着のしやすさによる材料分離抵抗性と仕上がり表面の肌理への配慮と考えられる。

セメントは、フライアッシュを混入した混合セメントを使用している。フライアッシュは、RCCの製造から施工終了までの可使時間を長くとるためと、微粒分の混入による表面の肌理を良好とするために重要と考えているようである。

### 2) 製造

RCCの製造は、連続式2軸パグミルミキサを備えた移動式プラントを施工現場の近くに設置して行っている。これは大規模製造能力の確保と運搬所要時間短縮のためである。

オーストラリアとわが国では既設生コン工場の設置状況の違いがあるものの、わが国においても大規模工事ではこのような供給体制の検討が必要となろう。

### 3) 施工

RCCの敷均しは、仕上がり面の平坦性への影響から高締固め型フィニッシャを用い、高い敷均し締固め度を得ることが必要であるとしているのは、わが国と同様である。

一層の施工厚さは22.5cmまでとしているが、後述するように、施工厚20cmでも二層で施工を行っている場所もある。ここで使用しているフィニッシャはシングルタンパ型の機種であり、わが国では、厚さ25cm程度でも強化型スクリード（ダブルタンパ型あるいはプレッシャバー型）を備えたフィニッシャを用い、一層で施工する方向にあるのとは相違がある。

施工には、通常型枠を使用していない。わが国では、ローラ転圧時の端部のずれ止めとして型枠を用いる場合もあるが、これで施工上は非常に不利となっている。型枠を用いない施工方法としては、発生するジョイントを極力少なくする方法やフィニッシャ敷均し時の端部の締固め度をより上げる方法などの検討が必要である。

#### 4) 目地

オーストラリアでは、自然に発生する収縮ひびわれ（ナチュラルクラック）は、美観上の問題やひびわれ部での角欠け発生の懸念などから、カット目地で誘導する方向で進んでいる。

しかし、アメリカなどのように収縮ひびわれを許容している国もあり、走行機能上で特に問題とならない場合は、カット目地を設ける必要はないものと考えられる。また、カット目地を設ける場合でも、その間隔を極力長くすることが望ましく、RCCに使用する材料（特にセメント）や配合（特にセメント量と水量）、路盤とRCCとの拘束の程度などを含めた検討が必要である。



クリート舗装を適用したが、現在ではアスファルト舗装よりコストが高いため、ほとんど施工していない。州全体でコンクリート舗装は10km程しかない。しかし、セメント安定処理路盤(CTB)を用いた道路はかなりの量を施工している。

なお、ニューサウスウェルズ州ではコンクリート舗装が比較的多い。これはプラント設備が整っていたり、セメントが他の地域より安いという条件に恵まれているためである。

### 2.1.2 セメント系舗装

Mr. R. G. Gordon

クィーンズランド州では、1960～1965年にCTBを適用したが、ひびわれの問題が生じ、その後15年間は使用しなかった。

1980年頃から舗装材料の不足の問題と交通荷重の増大、それに舗装技術の向上もあってCTBを再開した。

舗装の断面構成は、その地域の各種条件を考慮し、かつ経済性に、特に直接コストだけでなくライフコストを加味した総合比較によって決定される。

例えば海岸線を通る幹線道路では、重交通のうえ軟弱路床(CBR 5以下)であることから、表層アスコン10cmの下にCTBを用いるタイプとした。路盤にCTBを採用した理由は、粒状碎石では舗装厚が非常に大きくなるためである。しかしながら、交通量の少ない道路ではCTBを採用すると経済的ではない。

さらにCTBは、浸水のおそれのある道路(場所によっては数週間浸水する箇所もある)や既設舗装のリサイクリング工法(アスファルト表層と粒状路盤を破碎混合し、セメントを4～6%路上混合する。さらにその上にオーバーレイを行う工法。日本の路上表層再生路盤工法)として用いられる。また舗装厚を減らすことにより地下埋設管を移動することなく作業が行えるため、コストを減らすことができる。短期間で施工できるため交通止できない市街地等でも施工可能である。

CTBに使用するセメントは普通ポルトランドセメントである。これにフライアッシュセメントを混合したものを用いる場合もある。

### 2.1.3 構造設計

Mr. D. J. Angell

たわみ性舗装の設計プロセスは交通条件、路床条件、環境条件、材料条件、将来のメンテナンス条件、等を考慮して決めている。(図-2.1.1参照)路床条件の検討ではCBR試験を中心に行い、路床土の含水量、密度、粒度、横断形状、排水条件、等を検討する。さらに現場では貫入試験(ペネトロメータ)等も行う。

CTB用の試験には、処理材の弾性係数(E)を求めるために、直径10cm程度のシリンダーで作製した供試体の圧縮試験(UCSテスト)を行う。

たわみ性舗装の構造解析では、図-2.1.2に示すような載荷条件で弾性解析を行い、①アスファルト層下面の引張ひずみ、②セメント処理層下面の引張ひずみ、③路床上面の鉛直ひずみ、に着眼している。

セメント処理層およびアスファルト層の、ひずみ量と限界繰返し回数の関係をチャート化して、各層の厚さをパラメータとした構造の検討を行うようにしている。疲労回数は軸重80kN(8.16t)の条件で10万～1,000万回の繰返し試験を行って求めたものである。

セメント処理層の弾性係数および圧縮強度の関係は、表2.1に示すとおりである。

アスファルト層の弾性係数は、温度条件を考慮して970～2,500MPa(9,894～25,500kgf/cm<sup>2</sup>)までの4段階で変化させる。

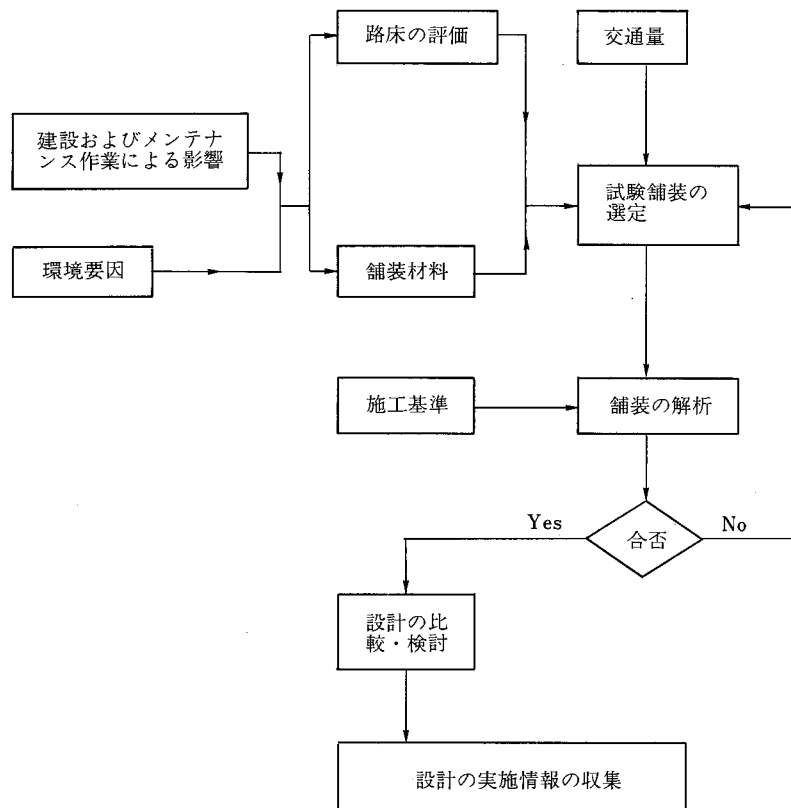


図-2.1.1 たわみ性舗装の設計手順

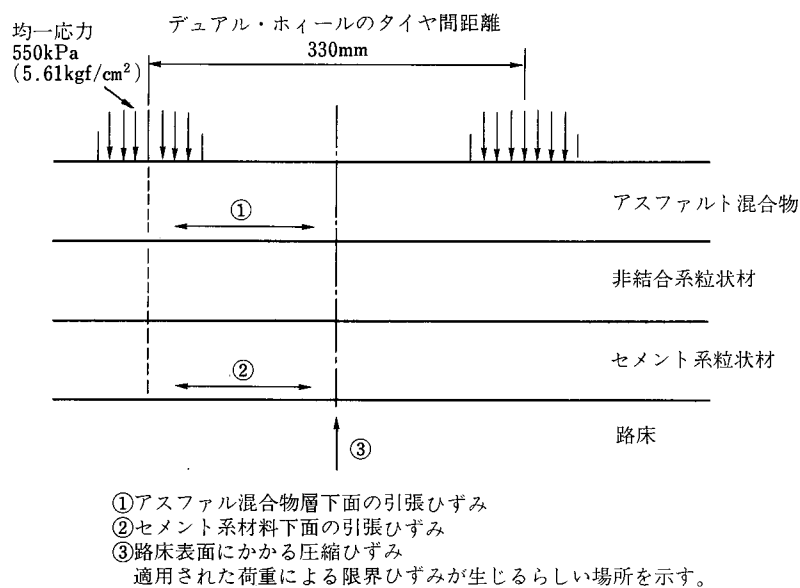


図-2.1.2 舗装構造の解析モデル

表-2.1 各セメント安定処理層と弾性係数および圧縮強度の関係

| タイプ |     | 弾性係数 (MPa)          | 圧縮強度 (MPa)    | 備 考              |
|-----|-----|---------------------|---------------|------------------|
| 標準  | 1 A | 5,000<br>(51,000)   | 3<br>(30.6)   | 一般的、収縮、耐久性をテストする |
|     | 1 B | 5,000<br>(51,000)   | 3<br>(30.6)   | 細粒タイプ            |
| 弱強度 | 2 A | 2,000<br>(20,400)   | 2<br>(20.4)   | 粒度が良く性状が良い       |
|     | 2 B | 2,000<br>(20,400)   | 3<br>(30.6)   | 細粒               |
| 高強度 | A   | 15,000<br>(153,000) | 8<br>(81.6)   |                  |
|     | B   | 15,000<br>(153,000) | 15<br>(153.0) | 振動タイプで固める        |

( ) 内の単位はkgf/cm<sup>2</sup>  
ただし 1 MPa≒10.2kgf/cm<sup>2</sup>

#### 2.1.4 施工

Mr. G Baturu

CTBを施工するにあつたての重要なポイントは、材料、圧縮強さ、水分量、結合材それぞれの均一性等が重要なファクターであり、このため混合物製造用のバッチプラントを開発した。これは200m<sup>3</sup>/hrの能力をもつ、移動式プラントである。2軸パグミルミキサで、セメント量や水分量の調整はコンピュータで制御している。

RCCの運搬は、材料の水分の蒸発を防ぐためシートで必ず覆う。

材料の敷均しはアスファルトフィニッシャーで行う。例えばABG社のフィニッシャーはハイコンパクションスクリード（ダブルタンパ式）で締固める。高さおよび平坦性の確保はセンサロープを張ってコントロールする。しかしこの方法はセンサロープを全線に張るため、ダンプトラックの入替えに時間がかかり能率が低下する。最近ではロングスキーにコントロールシステム（測量結果と計画高さから敷均し高さをコントロールする方法）を装備したものを使用している現場もある。

CTBをフィニッシャーで敷均す場合のサイド部はエンドプレートを使用し、型枠を用いるなどの方法はとっていない。ただしコールドジョイント部はカッタで切断し、セメントスラリーを人力で塗布している。

層厚が20cmを超えた場合は二層施工とし、上下層の接着はセメントペースト（W/C=0.6）を3.2kg/m<sup>2</sup>散布する。散布はアスファルトフィニッシャーのホッパの下にノズルを取付け、トラック上に積載しているタンクより材料を散布する。

締固めはまず10tの振動ローラにより、仕上げ転圧にはタイヤローラを使用している。アスファルトコンクリートの表層を施工後、CTB層はコアテストにより密度測定を行う。

## ローガン自動車道の試験舗装現場



写真 2-1 オーストラリアで最初の有料道路、全長32kmで現在建設中。



写真 2-2 建設費を30年間で償還するため1台当りの通行料は1.5\$となるが釣銭は払わない。



写真 2-3 自動車道も大部分がチップシール舗装である。



写真 2-4 建設現場でチップシール舗装についての説明を受ける。



写真 2-5 チップシール舗装はCTBの下層路盤、粒状の上層路盤、その上に15mm程度の碎石を2層に使用したチップシールが施してある。

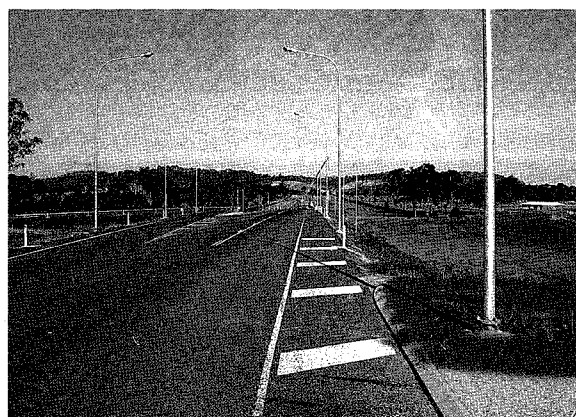


写真 2-6 苛酷な条件となるインターチェンジや騒音が問題となる住宅地では、アスファルト混合物による表層が用いられている。

## 2.2 ローガン自動車道(LOGAN MOTORWAY)の建設現場

(1) 調査年月日：1988年10月31日

(2) 場 所：ローガン市（ブリスベーン市より南へ約10km）

(3) 案 内 者：Mr. Harry Maxwell〔CMPS社（建設会社）現場支配人〕

Mr. Chrith Arphy（建設会社の技師）

### 2.2.1 概要

ローガン自動車道は（写真2-1）、ローガンホルム(LOGANHOLME)のパシフィック高速道路とケインズのカニンガム高速道路との間約32kmを結ぶ道路で、1988年12月に供用を開始する予定である。（図-2.2.1、図-2.2.2）

設計速度100km/hrで計画され、供用が開始されるとこれら2本の高速道路を約20分で結ぶことができ、所要時間は現在の1/2に短縮される。ローガン自動車道には7箇所のインターチェンジを設け、そのうち3箇所に料金所を設置する。通行料は車両の大きさに関係なく一律に全線A\$1.5（約160円）（写真2-2）である。

現在は、1日の交通量として8,000台を見込んでおり暫定2車線で施工中であるが、将来交通量が15,000台/日～16,000台/日に増えた段階で拡幅する計画である。

この道路の全長32kmの中には、橋梁22箇所、料金所3箇所（コンクリート舗装）があり、総工事費は約80億円である。内訳は、設計管理費11億7千万円、道路工事費49億円、料金所等施設建設費3億4千万円、用地費10億円、配管設備工事費4億円である。なお、この自動車道は30年間で償還する予定である。

### 2.2.2 舗装構造

この自動車道の舗装構造は図-2.2.3、2.2.4に示すような二つタイプで構成されている。

#### (1) アスファルトコンクリートタイプ

厚さ25cm（セメント量3%）のCTB上に、10cmのアスファルトコンクリート層を設けたものである。

#### (2) チップシールタイプ

アスコンタイプと同一配合のCTB23cm～27cmの上に粒調碎石15cm、その上に厚さ2cm程度のチップシールを施したものである。このように、CTB層の上に粒調碎石層を設ける方法を「返転方式」と呼んでおり、施工性とリフレクションクラック防止の面から採用しているとのことである。

また、チップシール舗装（写真2-3,4,5）の詳細は図-2.2.5に示すとおりであるが、この舗装において施工直後の箇所では、ビチューメンが非常に軟らかく車両の走行によってチップが飛散するのではないかと見受けられたが、施工後6～8週間程度の工事車両による自然転圧によって安定するということである。

オーストラリア、ニュージーランドではこのチップ舗装が非常に多いが、比較的交通量の少ない道路では良好な供用性状であった。

この工法においては特に結合材についての研究がなされている。即ち、プライムコートでは溶剤40%の浸透性のカットバックアスファルトが使用されており、タックコートについても比較的粘度の低いビチューメンを使用している。更に、トップ層にはプレコート碎石を用いる等の工夫がなされている。

チップシール舗装工法を用いる最大の理由は、その経済性にある。そのため、本線上はほとんどがチップシール舗装であるが、インターチェンジ等、条件の過酷な箇所や騒音対策が必要となる所ではアスファルトコンクリートで舗装している。また、この工法は基本的にはステージコンストラクションの一段階として位置づけられ

ており、供用後10～15年経過した時点で厚さ10cmのアスファルトコンクリートによるオーバーレイが計画されている。

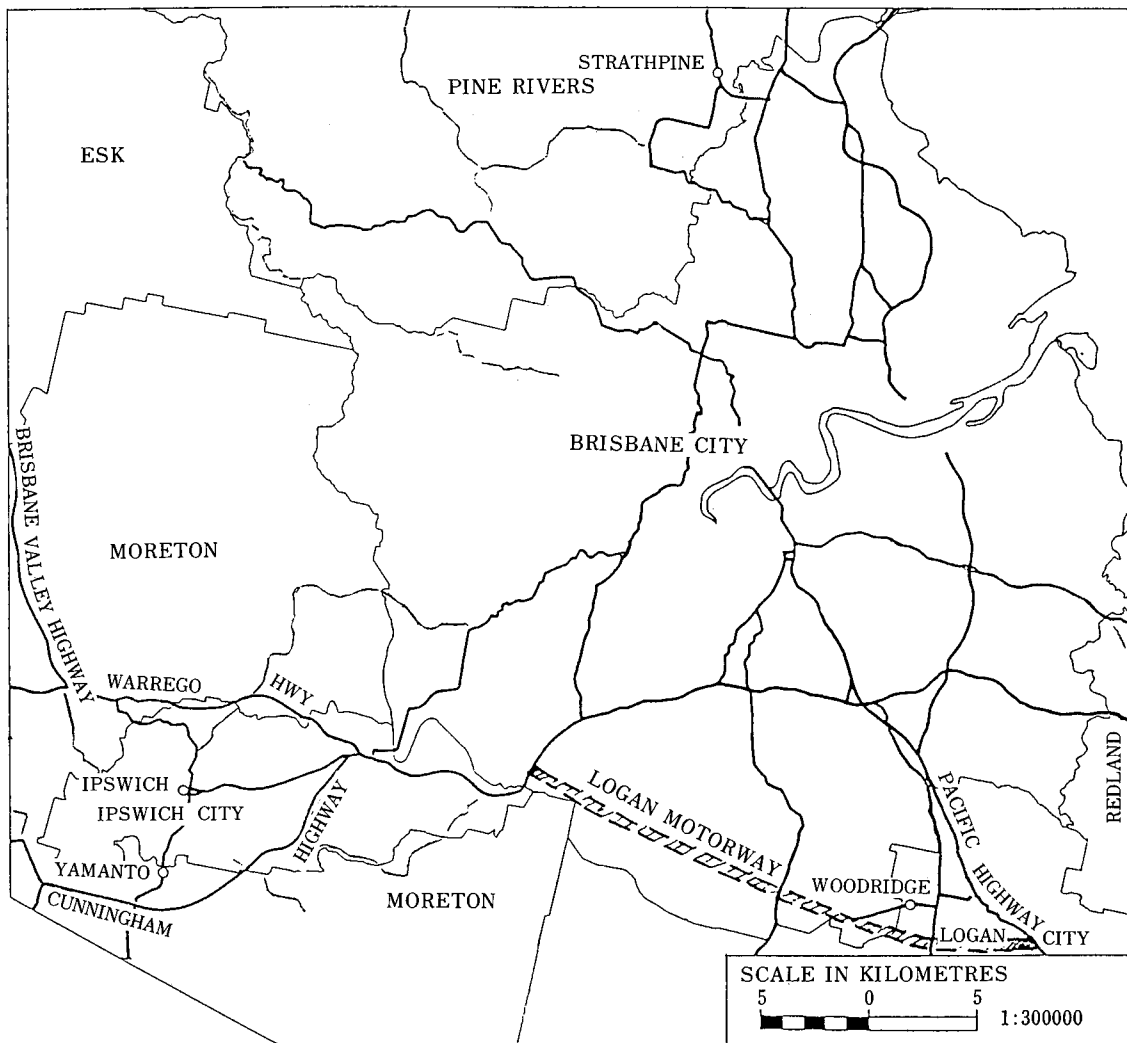


図-2.2.1 位置図

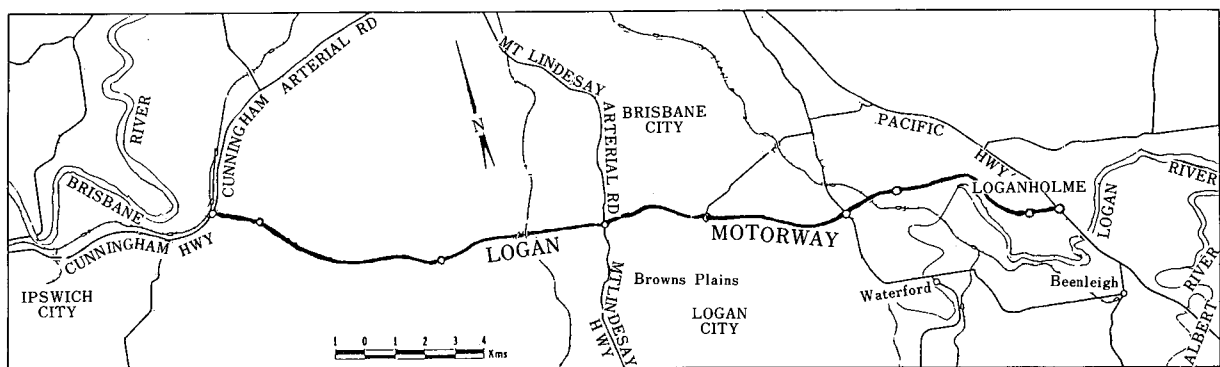


図-2.2.2 平面図

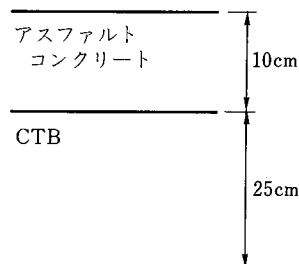


図-2.2.3 アスコンタイプ

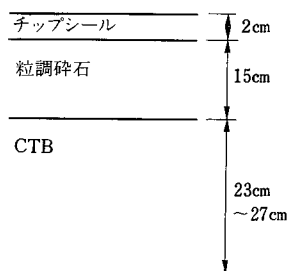


図-2.2.4 チップシールタイプ

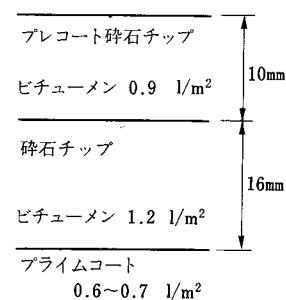


図-2.2.5 チップシール舗装

### 2.2.3 経済性と騒音対策

アスファルトコンクリートタイプとチップシールタイプの工事費を比較すると、厚さ10cmのアスファルトコンクリート層は約 $A\$13/\text{m}^2 \cdot 10\text{cm}$ （約1,400円）であり、厚さ2cmのチップシール舗装では $A\$2/\text{m}^2 \cdot 2\text{cm}$ （220円）である。しかし、チップシール舗装の最大の欠点は走行により発生する騒音であり、近くに学校や住宅地域がある場合には騒音対策の面からアスファルトコンクリートタイプ（写真2-6）を採用している。

なお、部分的には高さ1.8m程度の木製防音壁を設けている区間もある。

## 2.3 産業廃棄物処理会社の構内駐車場

- (1) 調査年月日：1988年11月1日（火）AM
- (2) 場所：AUSTRARIAN RESOURCE RECOVERY社の構内駐車場（ブリスベン郊外）
- (3) 説明者：Mr. Mal Sheppard〔ボゾラニックスエンタープライズ社（建設会社）支配人〕  
Mr. R. Edwin Petrie（オーストラリアセメントコンクリート協会上席技師）

### 2.3.1 現場概要

産業廃棄物処理会社の構内駐車場で（写真3-1）ローリ車トレーラ部分の駐車が主で、一部は乗用車の駐車場も兼ねている。クィーンズランド州で最初のRCCP（1987年9月施工）であり、試験施工の意味もあった。

- (1) 面積：1,800 $\text{m}^2$
- (2) RCCP厚： $t=15\text{cm}$ （設計圧縮強度 $\sigma = 30\text{MPa}$ （306 $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ））

### 2.3.2 材料および配合

碎石は、Main Road仕様のもので最大粒径25mmである。

また、セメントはA種フライアッシュを25%混入したもので、使用量は250 $\text{kg}/\text{m}^2$ である。その他、凝結遅延剤（リターダ）も用いている。

RCCの配合設計は、突固め試験により最適含水量を求めている。

### 2.3.3 施工

施工は3日間（1日平均施工量約900 $\text{m}^2$ ）で行ったが、施工レーンの割付けを図-2.3.1に示す。なお一部、縦断勾配約5%の部分があるが、舗設は、勾配の高い方から低い方に向かって行った。

- (1) 混合 連続式2軸パグミルミキサ移動型 (ARAN社製)
- (2) 運搬 ダンプトラック (10～11 t 級)
- (3) 敷均し アスファルトフィニッシャABG社Titan 410 (シングルタンパ)
- (4) 転圧 大型振動ローラ(CC・21 7t 級) およびタイヤローラ (15級)
- (5) 舗設継目 舗設は、型枠を用いず、フィニッシャのスクリードにエンドプレートを装着して行っている。  
フレッシュジョイントは、先行レーンと打継ぎレーンの端部を同時転圧し、仕上げているが、一部先行レーンのエッジ部表面をレーキ等でかきほぐして打継いだ箇所もある。  
コールドジョイントは、エンドプレートによる成形状態のまま新しいレーンを打継ぎ、特にはつり取りや、セメントペースト等の塗布は行っていない。  
また、1日目および2日目のレーン打止め部は、ローラによる踏みつぶしのままとし、カットによる切断等は行っていない。
- (6) 養生 後期養生のため、ワックス・プレーンメンブレンを噴霧し、養生膜とした。
- (7) 目地 目地は、施工ジョイントとは別にカット目地を採用し、目地間隔は10～20m程度、カット深さは50mmであるが、シール材の充填は行っていない。

### 2.3.5 品質管理

コンクリートの締固め度は97.0～100%が得られた。また、コア強度は設計の $\sigma = 30\text{MPa}$  (306kgf/cm<sup>2</sup>) に対して36MPa (367kgf/cm<sup>2</sup>) が得られた。

### 2.3.6 供用性状

供用開始は、RCCP施工後、乗用車は3～4日後、大型車は1週間後としたが、早期開放による舗装表面の荒れは特に見受けられなかった。なお、7日強度は20～30MPa (204～306kgf/cm<sup>2</sup>) 程度であった。

RCCPの表面はややち密さに欠け、材料分離があったり、表面仕上げが悪い箇所があった。

フレッシュジョイントの出来栄はほぼ良好であるが、コールドジョイントは開口気味である。

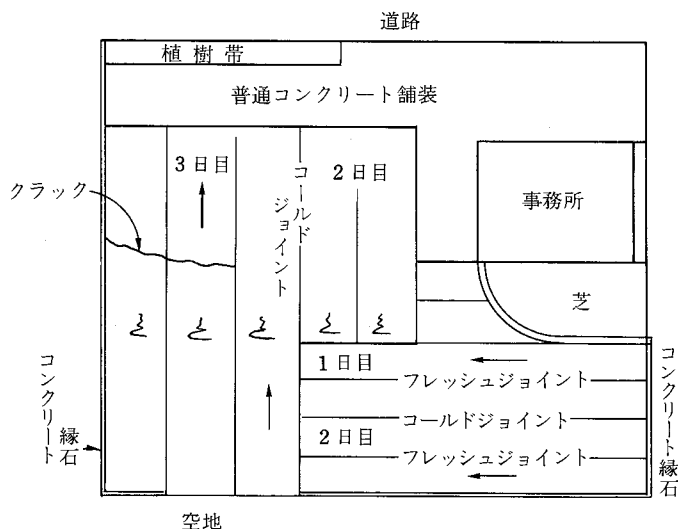


図-2.3.1 平面図

また、1日目および2日目の打止め部は、ローラで踏みつぶした上に、新しいレーンを打継いでいるため、打継ぎ部の粗骨材が目立ち、やや飛散気味であった。3日目施工部の一部にローラマーク（写真3-2）の目立つ箇所があったが、これはRCCの水分が多過ぎたためと、ローラ転圧の不慣れによるものと思われる。

乾燥あるいは温度収縮によるナチュラルクラック（写真3-3、クラック幅1～2mm程度）が2レーンにまたがって1本発生していた（図-2.3.1）。

なお、普通コンクリート舗装とRCCPとの境界には、成形目地材等が挿入されていないが、お互いの目地によるクラックの誘発あるいは境界の開口は、現時点では発生しておらず良好な状態にあった。

仕上りの悪い部分もあるが、現在のところ供用には問題ない。

クィーンズランド州で初めての施工であり、必ずしも充分満足できるものではなかったが、約2ヶ月間種々検討し（例えば、RCCの水分はOMC-1.0%程度が良好、カット目地間隔、ジョイント施工法等）、次の現場に活かしたとのことである。先ず実際に供用する構内舗装に試験的に適用してみて、そこから種々の教訓を得ようとするオーストラリアの大らかな考え方は、われわれの印象に残った。

## 2.4 自動車修理工場の構内舗装

(1) 調査年月日：1988年11月1日（火）

(2) 場所：ウェスタンスタートラック社（クィーンズランド州ブリスベン郊外）

(3) 説明者：Mr. Mal Sheppard（ボソラニックスエンタープライズ社（建設会社）支配人）

Mr. Edwin Petrie（オーストラリアセメントコンクリート協会 上席技師）

### 2.4.1 現場概要

工事現場は、ウェスタンスタートラック社の自動車修理工場（写真3-4）の構内通路および駐車場で前項2.3で示した産業廃棄物処理会社のRCCP施工から2ヶ月後に実施したものである。

現場視察は（写真3-5）、1988年6月に施工後約4ヶ月を経過した時点であった。

(1) 面積：4000m<sup>2</sup>

(2) RCC厚：t=15cm（2000m<sup>2</sup>）

t=20cm（1650m<sup>2</sup>）

(3) その他：RCCP以外に経済性の観点からCTBを用いた箇所が一部ある。

### 2.4.2 材料および配合

骨材は、クィーンズランド州幹線道路局の仕様に適合する砕石を使用している。最大寸法は20mmである。

単位セメント量は300kg/m<sup>3</sup>とし、セメントはフライアッシュを25%混入した混合セメントである。

混和剤は、凝結遅延剤を使用している。

RCCの設計強度は、30MPa（306kgf/cm<sup>2</sup>）としているが、実施工時には45MPa（459kgf/cm<sup>2</sup>）が得られている。

### 2.4.3 製造および施工

(1) 製造

プラントは、連続式2軸パグミルミキサ（ARAN社製）を使用している。プラントの水量コントロールは、通常は全自動電子装置によるが、この現場では手動で調整している。

水量管理は、使用骨材の含水比を測定し、室内で求められた最適含水比の-1%で行っている。

## (2) 敷均し

敷均しに用いたフィニッシャは、ABG社のタイタン410（シングルタンパ）である。

RCCの厚さが20cmの箇所は、二層で施工している。この場合の下層施工から上層打継ぎまでの許容時間は、2時間以内としており、打継ぎ面では特に接着材を使用していない。

建物周辺の狭小部での敷均しには、モータグレーダを使用している。

## (3) 転圧

転圧には、振動ローラ（シングル鉄輪）とタイヤローラを使用している。転圧後の締固め度の目標は100%としたが、実際には94~104%（平均で99.8%）が得られている。

## (4) 目地

カット目地は、施工終了後24時間以内に版厚の1/3まで切断し、ポリサルファイドでシールしている（写真3-6）。

カット目地の間隔は、横方向が10~15m程度、縦方向が約4mである。なお、縦方向のカット目地は、縦施工ジョイント部からずらし、舗設レーンのほぼ中央の位置に設けている。

## (5) 養生

養生は散水養生を行っている。なお、当現場は新設工事であったため、施工終了から供用まで1週間程度の養生期間があった。

### 2.4.4 供用性状

供用開始から約4ヶ月経過したRCCPの路面状況は、以下のようであった。

(1) カット目地以外に発生したひびわれは、縦施工ジョイントの一部にみられる。これは、角欠け発生の懸念からカット目地を縦施工ジョイントの位置に合わせていないために発生したものと考えられる。

(2) 路面の荒れた箇所が、タイヤの旋回部で若干みられる。また、通常のコンクリート舗装との境界目地部ではRCCの端部転圧が不十分なため、モルタルで補修している箇所がある。

(3) キーンズランド州で第2回目のRCCPの施工であり、構造物付近では多少施工の荒さがみられるが、全体的には良好な仕上がり状況である。路面の平坦性も含め、工場の構内舗装としての供用性には全く問題がないようである。

(4) 一部CTBを適用した箇所では、供用後に表面の荒れが発生し、視察時点ではアスファルトコンクリートでオーバーレイされていた。当初からCTBの表面処理を行っておく必要があったとのことである。

説明者は、今回の施工現場の規模はRCCPを適用するには小さく、道路舗装等の大規模な現場で適用したいと話していた。これは、この工事が構造物に隣接した場所で施工がしにくかったということのほか、施工現場に仮設プラントを設置しての施工であったことから、必ずしも経済性を発揮し得なかったためと受けとれた。

なお、近い将来、延長約3kmの道路舗装への適用が予定されているとのことであり、これによりキーンズランド州のRCCPの技術も大きく進歩することであろう。

## クィーンズランド州・民間会社構内のRCCP

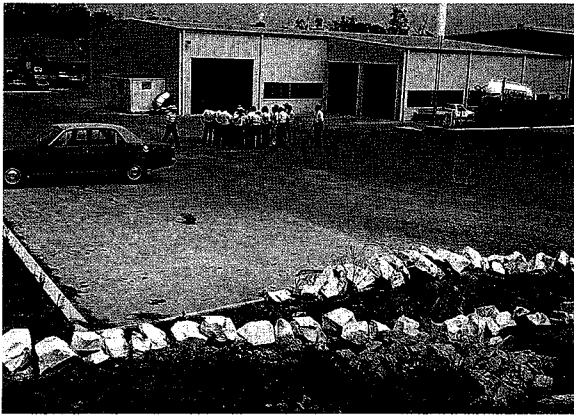


写真 3-1 クィーンズランド州で最初のRCCP駐車場；  
産業廃棄物処理会社。

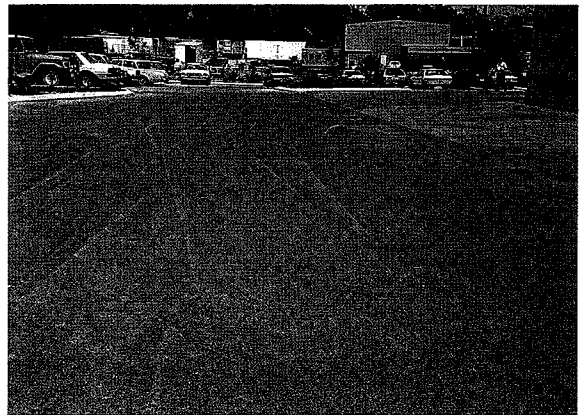


写真 3-2 水分量(OMC)の管理がうまくいかず発生した  
ローラマーク。



写真 3-3 カッタ目地を設けているが部分的に収縮クラッ  
ク（ナチュラルクラック）も見られる。

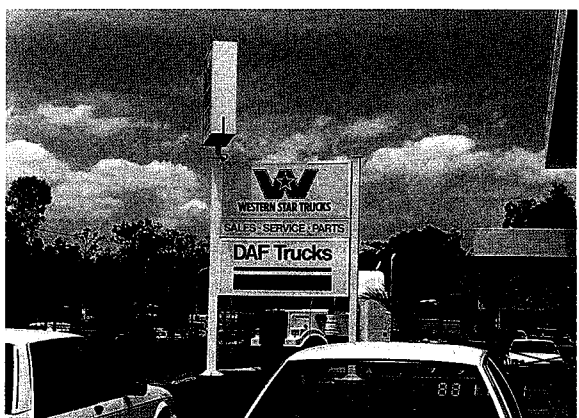


写真 3-4 クィーンズランド州で2番目のRCCP構内舗  
装；自動車修理工場。



写真 3-5 E. Petrie, M. Sheppard氏によるRCCPの  
現場説明。

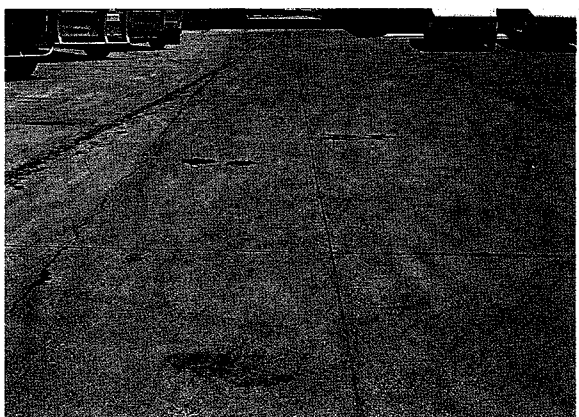


写真 3-6 カッタ目地を施工幅の中央に入れたが、それ  
でも施工ジョイント部にクラックが発生した。目  
地部にはシール材を使用。

## スワンソンドックの舗設現場



写真 4-1 CTB, RCCP施工現場の全景とRCCプラント。

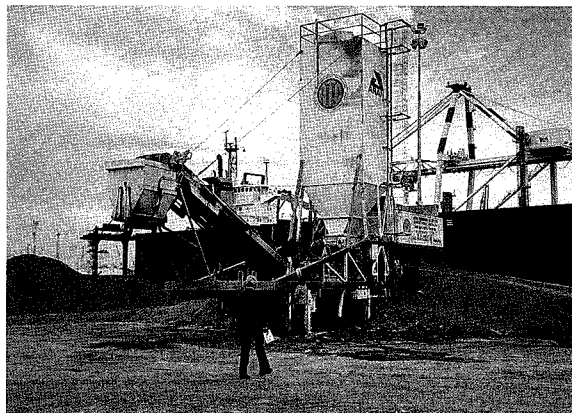


写真 4-2 可搬式の連続式2軸バグミルミキサでRCCの製造を行っている。

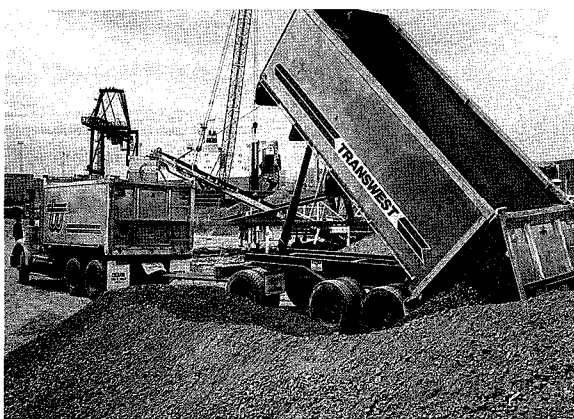


写真 4-3 2両連結式のダンプトラックで材料を運搬、一人の運転手で切離さずうまく荷下ろしている。



写真 4-4 ABG社のフィニッシャを使用したCTB舗設状況、この後10t級振動ローラで転圧。

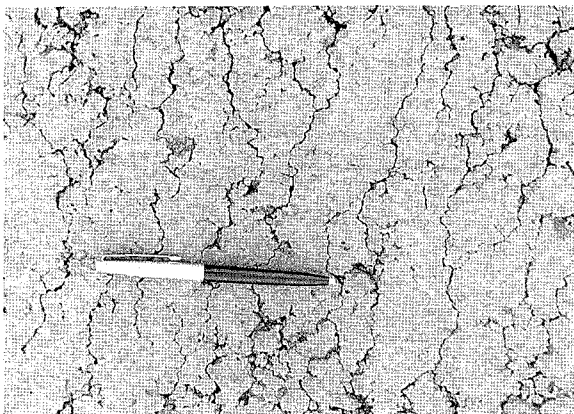


写真 4-5 水分調整がうまくいかなかった箇所は転圧時に全面クラックが発生。



写真 4-6 RCCP (15cm)の打継ぎ部は粗面にするためピックで小穴を開けている、目地にはゴム系シール材使用。

### 3. ヴィクトリア州におけるRCCP

#### 概 説

ヴィクトリア州はオーストラリア本土の南東に位置し、南は1600kmに及ぶ海岸線を有し、北はマレー河を州境としたオーストラリア大陸では最も小さな面積の州（日本の本州と同程度）であるが、人口は全オーストラリアの四分の一（425万人）を占めている。

特にメルボルンは古くから発達したヨーロッパ風の港町で、オーストラリア第2の都市となっており人口も約290万人がここに集中している。

今回の調査は、この大都市メルボルンの臨港工業地帯で施工中であったCTBおよびRCCPの施工現場と、郊外の高速度道路で実施したRCCPの試験舗装現場（ウェルズロード）の視察を行った。以下にこれらの結果を記述する。

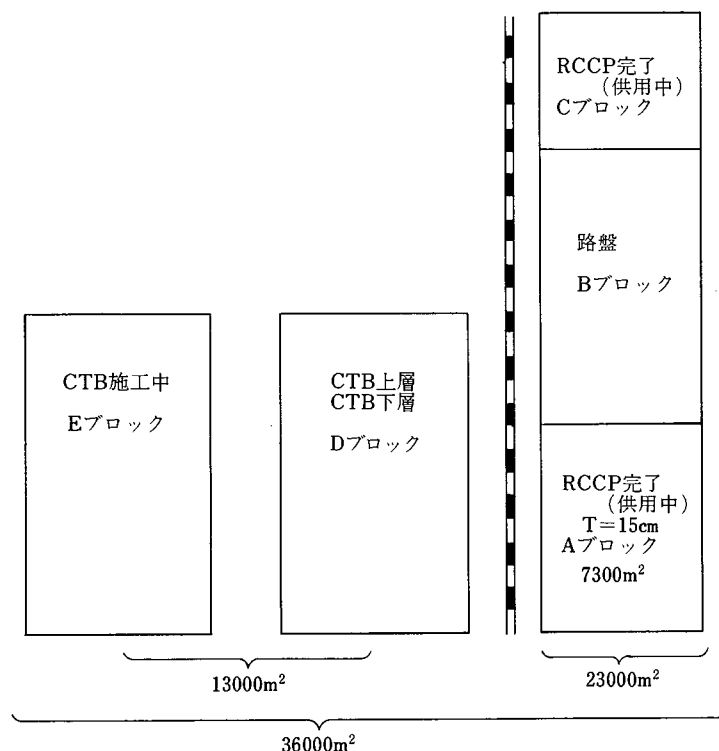
#### 3.1 スワンソンドッグの建設現場

(1) 調査年月日：1988年11月3日

(2) 場 所：メルボルン市内

(3) 説 明 者：Mr. Kevin D Campbell（オーストラリアセメントコンクリート協会ヴィクトリア支部長）  
Mr. SCOTT MATTHEWS（オーストラリアセメントコンクリート協会技師）

##### 3.1.1 概 要



注) 各ブロック名は、調査団による仮称である。

図-3.1.1 スワンソンドッグの施工配置図

視察したRCCP施工現場は、図-3.1.1のような全景（写真4-1）のコンテナヤードであり、搬出入用トレーラのターミナルも兼ねている。大きくA、B、Cブロック(23000㎡)とD、Eブロック(13000㎡)に分かれ、完成すれば全体で36000㎡となるが、順次施工されており、一部供用されている所（A、Cブロック）と実際に施工中の所（D、Eブロック）の両方が見学できた。

コンテナヤードで、荷重は重交通の静止荷重が主なため、当初セメントコンクリート舗装が考えられたが、スリップフォーム工法により30%程度コストダウンになる点からRCCPが採用された。また、この現場は、沼地でもあり、表層に荷重分散の期待できる剛性舗装を用いれば舗装厚を薄くすることができ、さらに地盤改良も不要となるためコストダウンすることができた。

また、この現場はいろいろな試みを実施する試験施工場所であり、後述のウェルズロードの練習としての位置づけもある。

### 3.1.2 舗装構造

舗装構造は、ブロックで異なり、図-3.1.2,3のように大きく2種類に分けられる。

#### (1) A、B、Cブロックの断面

A、B、Cブロックの舗装構成は図-3.1.2に示すとおりである。

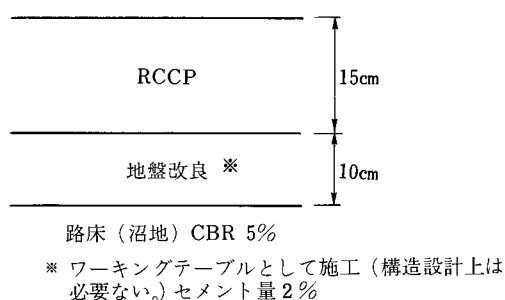


図-3.1.2 A、B、Cの舗装構造

#### (2) D、Eブロックの断面

D、Eブロックの舗装構成は図-3.1.3に示すとおりである。

D、Eブロックの一部に表層としてILBを採用する区域があり、そのCTBはセメント量3.5%である。

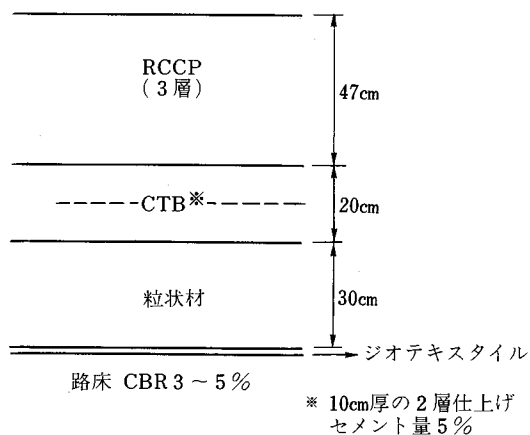


図-3.1.3 D、Eの舗装構成

### (3) 端部構造

A、B、Cブロック側のRCCPについて、端部補強のため施工区域の外縁部については、図-3.1.4に示すような構造としている。

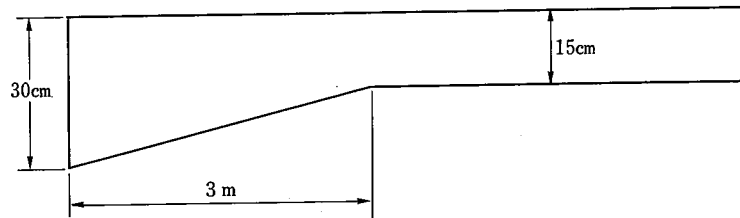


図-3.1.4 端部の舗装構成

### (4) 路床

路床のCBRは3～5％程度であったが、これは非常に軟弱な路床であるにとらえており、説明者はその点を強調していた。現地ではCBR5％以下のものは、軟弱路床として考えている。

#### 3.1.3 材料および配合

RCCPやCTBとも日本のソイルセメントの配合表示と同様に表わし、骨材は骨材だけで100％とし、水やセメントを外割りで表示している。RCCPとCTBの材料および配合を表-3.1.1に示す。

表-3.1.1 RCCPとCTBの配合表

| 種 類  | 材 料 お よ び 配 合 |           | 備 考                      |
|------|---------------|-----------|--------------------------|
| RCCP | 碎石            | 85%       | スコリア（ポーラスだが安くて強い）        |
|      | 砂             | 15%       |                          |
|      | セメント          | 13%       | 単位量320kg/m <sup>3</sup>  |
|      | 水             | 6%        | 配合設計では6.5%だが、施工性から6%とした。 |
| CTB  | 碎石            | 85%       | スコリア, Top20mm            |
|      | 砂             | 15%       |                          |
|      | セメント          | 5 or 3.5% | 普通ポルトランドセメント             |
|      | 水             | 不明        |                          |

RCCPとCTB等についての違いは、施工上の差よりも配合による差で、以下のような区別をしている。

表-3.1.2 処理層別セメント量

| 種 類     | セメント量  |
|---------|--------|
| 地 盤 改 良 | 2%     |
| CTB     | 3～5%   |
| RCCP    | 10～15% |

また、表層がコンクリート舗装の場合のCTBは5 %であり、アスファルト舗装（またはILB）の場合は、CTBは3 %を採用している。

いずれの場合も、含水比が重要であり、施工性から修正している。

#### 3.1.4 施 工

施工機械は、アスファルト舗装の機械を用いている。

##### (1) 混合

RCCの混合は、連続式二軸パグミル移動式プラント（アラン社製、200m<sup>3</sup>/h）（写真4-2,3）による。

##### (2) 敷均し

CTBは、下層はブルドーザ、グレーダ、ショベルローダ等で敷均す。上層はアスファルトフィニッシャ（ABG社製タイタン・タンパパイプ式スクリッド）（写真4-4）を用いている。RCCPの場合は、上下層ともアスファルトフィニッシャを用いることが多い。

1層の仕上り厚10cm程度を最大とした方が良く、敷均し厚12.5cmで、転圧減25 %と考えている。

また二層仕上げの場合、上下層の施工間隔が1時間を超えるときは、セメントスラリー等の塗布を行う。

##### (3) 転圧

転圧には、10 t級振動ローラを用いる。ただし、表面に出るRCCPについては、タイヤローラを追加し、路面の表面性状を改善する。

CTBの施工中の現場では、10 t級振動ローラが散水しながら転圧（写真4-5）しており、一部舗装面が鉄輪に付着し、はがれている所もあったが、表面状態よりも密度を上げることを重視しているようである。

##### (4) 目地

基本的に型枠は用いず、エンドプレートも通常のアスファルトフィニッシャのものを用いて、機械で敷均しただけであり、転圧にも特別な処置はとらない。また、目地にバー類は入れていない。

コールドジョイントの施工で、CTBの場合は上記で施工したレーンのとなりに、そのまま続けて施工するだけである。RCCP（特に表層部分）の場合は、上記のように施工したレーンの肩にカットを入れ、セメントスラリーを塗布し、ジョイントを形成する。

フレッシュジョイントの施工では、夏には1時間程度しか可使時間がないが、実際の施工では2時間程度は必要である。そのため、1.5時間を超えた場合にはセメントスラリーを塗布したが、今後はリターダの添加を考慮している。

RCCPにおける目地間隔は、8～9 mごとの正方形に切っている。

カット目地の施工では、2段階で行っている。まず、施工翌日に版厚の1/3の深さにカットを入れる。次に、そのカット幅を広げるために再度カットを入れるとともに、成形目地材を機械で挿入していく。通常はゴム製の成形目地材であるが（写真4-6）、シリコン系のものを用いる場合もある。

##### (5) 養生

7日間の散水養生を行う。養生剤やマットを用いることはなく、散水車による散水のみである。

##### (6) 施工能力

A工区（7300m<sup>2</sup>）の場合、1パーティ7名の人員でCTB（1層）を5日間、RCCP（1層）を5日間（計画では3日間）で、計10日間で仕上っている。

### 3.1.5 品質管理

管理項目は、採取コアによる一軸圧縮強度とRI密度計による密度である。通常、敷均し後は90～92%程度で仕上後は96%以上を確保するようにしている。

### 3.1.6 コスト

A、B、Cブロック（23000m<sup>2</sup>）の費用は675000A\$（7425万円）であり、1 m<sup>2</sup>当り約3200円である。

ここでのRCCの単価は100A\$/m<sup>3</sup>（11000円/m<sup>3</sup>）である。

たとえば、版厚15cmのコンクリートを想定すると、一般コンクリート舗装で40A\$/m<sup>2</sup>（4400円/m<sup>2</sup>）、RCCPで30A\$/m<sup>2</sup>（3300円/m<sup>2</sup>）ぐらいと考えられる。これはあくまでも概算ではあるが、スリップフォーム工法より30%程度コストダウンとなる。

### 3.1.7 供用性状

一部にアスファルトフィニッシャの引きずり跡等が残っているが、全体としては十分良好な状態を示している。フレッシュジョイント部はかなり良好と思われる。コールドジョイント部は凹凸が残り、ひびわれが発生しているが特別な処置はしていない。

全体的には十分良好な状態を示し、重交通に耐えている。

## 3.2 ウェルズロード(Wells Road)の建設現場

(1) 調査年月日：1988年11月3日

(2) 場 所：メルボルン市内

(3) 説 明 者：Mr. Kevin D Campbell（オーストラリアセメントコンクリート協会ヴィクトリア支部長）

Mr. SCOTT MATTHEWS（オーストラリアセメントコンクリート協会技師）

### 3.2.1 概 要

ヴィクトリア州のメルボルンから車で40～50分ぐらいはなれた郊外に、新設道路を構築している。すでに片側2車線は供用しているが、交通量の増大に伴って増設する2車線にRCCPを採用しており、その施工延長は1 kmにも及ぶ規模（写真5-1）である。本路線は設計速度100km/hの高速道路で、RCCPを高速道路に表層として採用したのは世界でも初めての試みであろう。

通常のコンクリート舗装より30%のコストダウンを目標にRCCPを採用した。また、ヴィクトリア州におけるRCCPの技術基準を得るための試験施工としての位置づけがある（特に、1層施工と2層施工の比較、目地間隔の設定）。

### 3.2.2 舗装構造

計画交通量は、軸重8 t換算で30年で200～300万台（1年で10万台）である。この路線は普通自動車が多く、大型車の混入率が低い。メルボルンで最大交通量の路線でも1年で100万台程度である。

道路の標準断面は図-3.2.1に示す。上記の交通量ならばCTB10cm+RCCP20cmで十分である。ここで、Capping LayerやPermeable Fillは、雨が多い地域で地盤を上げるため砂をPermeable Fillとして50cmお

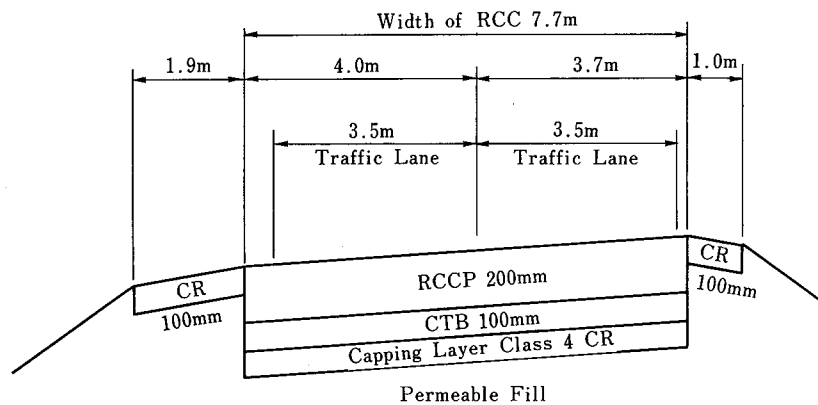


図-3.2.1 横断面

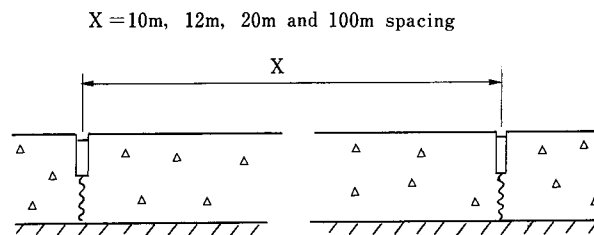


図-3.2.2 目地間隔

表-3.2.1 RCCPとCTBの配合表

| 種 類  | 材 料 お よ び 配 合 |     | 備 考                      |
|------|---------------|-----|--------------------------|
| RCCP | 碎石            | 85% |                          |
|      | 砂             | 15% |                          |
|      | セメント          | 13% | 単位量 320kg/m <sup>3</sup> |
|      | 水             | 不明  |                          |
| CTB  | 碎石            | 85% |                          |
|      | 砂             | 15% |                          |
|      | セメント          | 5%  |                          |
|      | 水             | 不明  |                          |

き、ワーキングテーブルとして碎石10cmをCapping Layerとした。これらはRCCPの構造設計とは関係がない。

目地間隔はRCCの単位水量が少なく、収縮量が小さくなるので広くとれる可能性がある。目地間隔が広げられれば、騒音・乗りごちが良くなるので、10m～100mまで図-3.2.2に示すようないろいろな間隔について試みている。

### 3.2.3 材料および配合

ここではRCCPやCTBとも、日本のソイルセメントの配合表示と同様に表わし、水やセメントは外割で表示している。RCCPとCTBの材料や配合を表-3.2.1に示す。

### 3.2.4 施 工

施工機械はアスファルト舗装の機械を用いている。

#### (1) 混合

RCCの混合は連続式二軸パグミル移動式プラント（アラン社製）である。能力は200m<sup>3</sup>/hあり、水分管理が重要である。

#### (2) 敷均し

RCCPもCTBもABG社製のタイタン（タンパパイプ式スクリード付）を用いた。転圧減が25%もありスタート部やジョイント部の施工がむずかしい。

ここでは、2台ならべてフレッシュジョイントで施工したが全幅員が7.7m程度であれば、大型のアスファルトフィニッシャーを用い、センタージョイントを作らない方法を採用した方が良かった。

1層施工（20cm）の場合は、平坦性の面から相当困難（写真5-2）が伴うので、適用場所（表層ではなく下層に用いる。交通量が少ない。スピードを出さない。）が、かなり限定される。

本工事の大部分は、2層施工（10cmを2回）で行った。RCCの可使時間が1.5時間しかないので、上下層の接着を考慮すると時間的余裕がほとんどなかった。このため、リターダの使用を検討しており、午前中1層目、午後2層目を施工することも可能となるかもしれない。

#### (3) 転圧

転圧には10t級振動ローラとタイヤローラを用いた。締固めは10t級振動ローラで、表面性状の改善にタイヤローラを用いている。

#### (4) 目地

縦施工ジョイントは、アスファルトフィニッシャーを2台ならべてのフレッシュジョイントであった。ほとんどは1時間以内に施工できたが、一部1.5時間程度かかった所にはセメントペーストを塗布した。また、上下層ともセンタージョイントの位置は同じ位置にした。

コールドジョイントは、1日ごとの施工ジョイントだけであり、道路に直角になっている。

その他の横目地はカット目地である。このカット目地は、乗りごちを良くするためと舗装版への衝撃を弱めるため、道路方向に斜めに切っている（写真5-3）。カット目地は2段階に分けて切っている。まず、24時間以内に4mm程度の幅で版厚の1/3深さまでカットする。次は交通開放直前に8mm程度の幅に切広げる。この切広げた所にゴムラバーないしシリコンを注入していく。ここではゴムラバーを用いていた。

目地にバー類は用いていない。

### 3.2.6 養 生

散水養生を実施した。

### 3.2.7 品質管理

コア採取による圧縮強度試験では、十分な強度が出ていることを確認している。

### 3.2.8 供用性

我々が見学した時点では、施工後3週間程度経過していた。ひびわれはほとんど発生しておらず、100m区間で20m+80mの位置に0.2mm程度のものが1本入っていた。担当者の話によると、ひびわれが小さいので特別の

処置をするつもりはないそうである。

しかし、今後ひびわれは15～20m（特に12～15m）程度の間隔に発生すると予想している。

全体としては出来ばえも良く、今後のヴィクトリア州におけるRCCPの普及に自信を得ている。しかし、われわれの評価では平坦性と表面性状については、なお改善の余地があるように思われる。

また、共用性についての調査は、実物試験しか意味がないという考え方が確立されており、1 km以上の規模をもつ試験舗装を積極的に実施できるのは、うらやましいかぎりである。

### 3.2.9 今後の見通し

ここでの成功に基づいて、幅員がここの2倍ある（4車線分）プロジェクトを進めつつある。今後、ヴィクトリア州では交通量の多い路線への展開を考えている。

## ウェルズロードの試験舗装現場



写真 5 - 1 1kmに及ぶRCCPの試験施工現場。



写真 5 - 2 RCCPの一層仕上げ部分と二層仕上げ部分のジョイントの平坦性確保は難しい。



写真 5 - 3 走行性の改良と振動の低減を目的として斜めに入れたカッター目地。



▲フィリッパアイランドに生息するフェアリーペンギン。



▲世界の珍獣コアラ。

## タスマニア州・セメント会社構内のRCCP

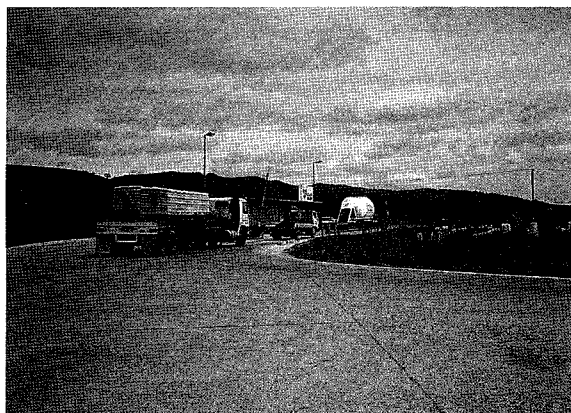


写真 6-1 30t以上のローリー車や袋詰めセメント運搬車が走るセメント工場構内のRCCP道路。

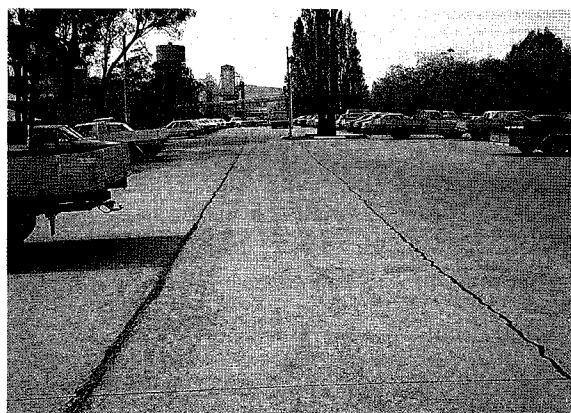


写真 6-2 駐車場でのRCCP、施工ジョイント部にクラックも見られる。開口部はアスファルトでシールしている。

## ティートリーロードの試験舗装現場



写真 6-3 全長800mの2車線道路における試験施工、RCCP (15cm) によるオーバーレイで即日開放である。

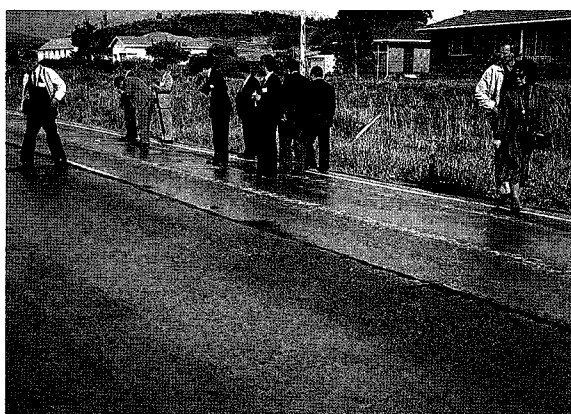


写真 6-4 手前の車線は開放後すぐに木材積載車が通ったため表面が荒れている。



写真 6-5 大型木材運搬車も帰りはけん引部を荷台に載せて走る。



写真 6-6 極端な斜めジョイントを試みたが先端部に角かけが生じた。

## 4. タスマニア州におけるRCCP

### 概 説

タスマニアは、オーストラリア本土の東南に位置しており、メルボルンから飛行機で約1時間の距離にある「Island State」とよばれる風光明媚な静かな島である。

タスマニアでは、1986年12月以来今日まで60,000㎡にのぼるRCCPが施工されている。工事は、わずかな面積の工業用地からかなりの面積の鉱山の石炭運搬路や州道にまで及んでいる。この四国よりわずかに大きいぐらいの島でこれだけの施工実績があることは注目すべきところである。

ここでは、これまでにいろいろな種類の骨材の研究、それに伴う混合物の粒度の決定、また施工面ではさまざまなジョイント施工システム等が検討され工事が行われてきた。その結果、RCC混合物には、セメントにある程度のシリカフュームを配合し、これが舗装体の強度増進に大きな効果のあることが認められている。その他、RCCPの構造設計、施工方法、品質管理試験、さらに、舗装の供用性についてはいろいろと論議されている。また、工事費についても種々の検討が加えられている。

タスマニアでは5箇所で行われているが、今回の調査ではそのうちゴリアスセメント社(Goliath Cement Co.)構内のRCCPとティートリーロード(Tea Tree Road)のRCCPの2箇所を視察した。また、タスマニアで最初に施工されたダンカンロード(Duncan Road)の現場はPR用ビデオで検討した。

以下に、ゴリアスセメント社内で行ったセミナーと現場視察の概要を示す。

### 4.1 鉱山専用道路における最初のRCCP

ゴリアスセメント社では、タスマニアにおけるRCCPの現状の説明をうけ、ダンカンロード（石炭運搬路）のRCCP PR用ビデオの後質疑応答を行った。

- (1) 調査年月日：1988年11月4日
- (2) 場 所：タスマニア州レオトン
- (3) 説 明 者：Mr. Stafford E. Gill（オーストラリアセメントコンクリート協会タスマニア支部長）  
Mr. Bob Chadban（ゴリアスセメント社技師）

#### 4.1.1 工事概要

ダンカンロードは石炭運搬道路であり、既設のチップシール舗装の上に18cmのRCCPをオーバーレイとして施工した。既設のチップシール舗装の老朽化が進み、舗装の維持修繕に膨大な費用が必要となったため、交通の早期開放が可能で、なおかつ耐久性に優れ経済的な舗装であるRCCPの施工にふみきったものである。

面積は35,000㎡（延長約3.5km）と広く、初めてのRCCP施工でこれだけ大規模な工事を行うことは日本では考えられないことである。

工事は1986年12月に行われ、所要日数は15日間で、RCC価格は7,600円/㎡であった。

#### 4.1.2 材料および配合

使用骨材は、粗骨材として最大粒径20mmの鉱山での現地発生材料を利用した。

セメントは、普通セメント（300kg/m<sup>3</sup>）＋シリカフューム（20kg/m<sup>3</sup>）の混合セメントである。シリカフュームは、フェロシリコンを生産する時の副産物であり、粒径はセメントの1/10程度と非常に細かいものである。タスマニアはシリカフュームを安価で入手できるため、オーストラリア本土で多用しているフライアッシュの代替として使用している。

最適含水比、最大密度はφ150mmのモールドを用いた締固め試験によって決定している。

設計強度は、28日圧縮強度で30MPa（306kgf/cm<sup>2</sup>）である。

#### 4.1.3 施 工

##### (1) 混合

RCCの混合は、2軸パグミル移動式プラント（AS-200）（ARAN社製）を使用した。

##### (2) 運搬

混合物の運搬には、ダンプトラックを用いている。

##### (3) 敷均し

混合物の敷均しには、ABG社製タイタン280（シングルタンパ）を使用し、1レーン3.5m幅で施工した。

##### (4) 転圧

転圧には、大型振動ローラ（12t級）を用い、仕上げ転圧にはタイヤローラーを使用した。

##### (5) 施工ジョイント

コールドジョイント部の施工は、端部をグレーダエッジで削り取り、接合面にはセメントペーストを塗布した後次のレーンの施工を行った。

##### (6) 目地

この現場では、カット目地は設けていない。

##### (7) 養生

石炭運搬路として供用中の道路であるため、施工後すぐに交通開放したが、できれば7日間程度散水養生するのが望ましいとしている。

#### 4.1.4 供用性状

カット目地を設けなかったため収縮クラックが発生した。クラック間隔は6～40mとまちまちであるが、中でも9～10mで入るものが多かった。この経験から、その後の現場ではカット目地を設けることにしている。

また、ここでは7日後にクロウラによる旋回試験を実施したが跡がつかず、RCCPの強度の高さが確認された。なお、この現場は現在ではかなり破壊が進んでいるということで、残念ながら見学させてもらえなかった。

#### 4.2 セメント会社構内におけるRCCP現場

(1) 調査年月日：1988年11月4日

(2) 場 所：タスマニア州レオトン、ゴリアスセメント社

(3) 案 内 者：Mr. Stafford E. Gill（オーストラリアセメントコンクリート協会タスマニア支部長）

Mr. Bob Chadban（ゴリアスセメント社技師）

#### 4.2.1 工事概要

ゴリアスセメント社はタスマニア唯一のセメント工場であり、ここで製造したセメントはオーストラリア本土へはもちろん、広く海外へも輸出している。

今回視察したRCCP現場は、この会社の構内道路（写真6-1）と駐車場（写真6-3）である。構内道路の通行車両は主にセメントローリ車と袋詰めセメントの運搬車であり、低速走行による載荷荷重が大きい。駐車場は一般の小型車が使用している。

セメント工場内であるために原料となる石灰岩をそのまま骨材として転用でき、当然セメントも安価で供給できることから他の工法と比較して経済的なRCCを採用した。

工事は1987年に行われ、構内道路が舗装厚15cmと18cmの2種類で施工面積2,500㎡、駐車場が舗装厚12.5cmで4,000㎡である。所要日数は4日間で、RCC価格は約8,900円であった。

#### 4.2.2 材料および配合

骨材は、粗骨材として最大粒径35mmの石灰岩碎石を使用し、細骨材としての砂はシルト分を含むが清浄でノンプラスチック(non-plastic)なものを使用している。RCC混合物の粒度は4.75mm以下のフルイ通過量が多く、特に0.075mmフルイ通過量が5～12%と他の工事の場合よりも大分細かくなっている。

セメントは、普通セメント(300kg/㎡) + シリカフューム(30kg/㎡)の混合セメントである。

#### 4.2.3 施 工

タスマニアにおけるRCCPの施工は、すべてAvoca Transport Co.が行っている。

##### (1) 混合

混合には、2軸パグミル移動式プラント(AS-200)(ARAN社製)を使用した。混合能力は200㎡/hrである。

##### (2) 運搬

運搬には、ダンプトラックを使用している。

##### (3) 敷均し

敷均しは、ABG社製タイタン280(シングルタンパ)で行った。

##### (4) 転圧

転圧には、大型振動ローラ(12t級)とタイヤローラが用いられた。

##### (5) 施工ジョイント

フレッシュジョイント部であってもセメントペースト等を塗布して付着の強化をはかっている。

##### (6) 目地

目地はカット目地を設けており、目地間隔は8mを標準としている。目地にはシール材が充填してある。

##### (7) 養生

施工箇所が供用中の構内道路であり、セメントローリー車の計量所もあるため舗設後ただちに交通開放した。

#### 4.2.4 品質管理

品質管理は、オーストラリアスタンダードに従っている。

圧縮強度は材令28日で評価するのを標準としているが、中には材令24時間の試験で評価する場合もある。この場合は、設計強度の75%の強度を満足しなければならないとしている。

設計強度は、30MPa (306kgf/cm<sup>2</sup>) である。

#### 4.2.5 供用性状

収縮トラックの縁部に角欠けが多少見られたが、表面性状および平坦性は良好である。クラックにはシール材が充填してあった。

駐車場内に、施工後タンピングローラを走行させた箇所があったが、貫入量はほんのわずかでありRCCの強度の高さをうかがわせるものであった。

### 4.3 ティートリーロード(Tea Tree Road)におけるRCCP現場

(1) 調査年月日：1988年11月4日

(2) 場 所：ティートリーロード(Tea Tree Road), ホバートから車で約1時間

(3) 案 内 者：Mr. Stafford E. Gill (オーストラリアセメントコンクリート協会タスマニア支部長)

ティートリーロード工事施工会社技師

#### 4.3.1 工事概要

ティートリーロード(写真6-3)は、ホバートに近い2級地方道であり、工事箇所は損傷の著しい延長約800mの区間である。近隣の製材工場へ木材を運搬する大型車が通行する重交通道路(写真6-4,5)で、この交通荷重により轍掘れやクラックが発生し、既設のアスファルト舗装の供用性が著しく低下したためにRCCPによるオーバーレイを行った。

ダンカンロードでもオーバーレイを実施したが、アスファルト舗装上へのオーバーレイという点では今回が初めてのケースである。

幅員は両側の路肩部分も含めて7m、施工面積は約6,000m<sup>2</sup>である。ここでは、既設のアスファルト舗装をベースとしてRCC厚15cmで施工された。

工事は1987年6月に行われ、所要日数6日間であった。この工事でのRCC価格はA\$97(約10,500円/m<sup>3</sup>)、直接工事費はA\$25/m<sup>2</sup>・15cm(約2,700円/m<sup>2</sup>・15cm)である。

#### 4.3.2 材料および配合

骨材は、近くで生産される玄武岩碎石を粗骨材として使用した。最大粒径は20mmである。RCC混合物の0.075mmフルイ通過量は5～9%の範囲である。

セメントはゴリアスセメント社構内の工事と同様、普通セメント(300kg/m<sup>3</sup>) + シリカフューム(30kg/m<sup>3</sup>)の混合セメントである。

RCCの設計強度は30MPa(306kgf/cm<sup>2</sup>)である。また、最適含水比、最大密度の決定は修正プロクター法で行っている。

#### 4.3.3 施 工

##### (1) 準備工

既設のアスファルト舗装の損傷が激しく、路面の凹凸を修復するためにRCCでレベリングを行った。

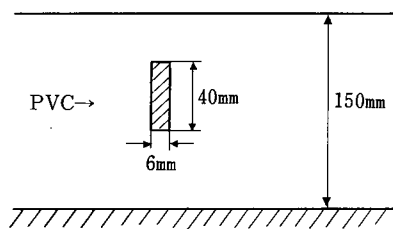


図-4.3.1 PVC

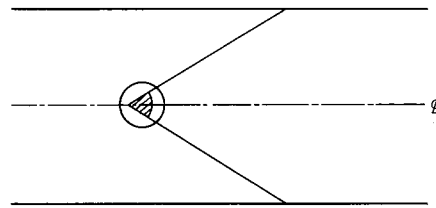


図-4.3.2 斜め目地

## (2) 混合

混合には、2軸パグミル移動式プラント(AS-200)(ARAN社製)を使用した。混合能力は $200\text{ m}^3/\text{hr}$ である。

## (3) 運搬

RCCの運搬にはダンプトラックを使用した。

## (4) 敷均し

敷均しはABG社製タイタン280(シングルタンパ、バリアブルオートマチックスリッド)で行った。

## (5) 転圧

転圧には、前だけが鉄輪の大型振動ローラ(12 t級)が用いられ、仕上げ転圧にはタイヤローラが使用された。さらに、最後にタンデムローラ(5 t程度)も使用した。

## (6) 施工ジョイント

コールドジョイントは特別の処置を施さず、接合面に人力でセメントスラリーを塗布するだけであった。

## (7) 目地

ティートリーロードでは、施工区間の50%近くを目地無しとし、残りの区間では各種の目地が試験されている。カット目地は、数カ所に8 m間隔で入れられているところもあり、全幅にわたるものと木材を積んだ車が通る片側の車線だけのものとの2種類であった。目地は24時間以内にカットされ、シール材が充填されている。

また、ダミー目地として3箇所に幅40mm、厚さ6 mmの「クラック誘発板」PVCが設置されている(図-4.3.1)。その他、斜め目地も数本入っていた(図-4.3.2)。

## (8) 養生

舗設終了後2時間程度で交通開放しているが、7日間散水養生した。

### 4.3.4 品質管理

現場締固めの状態は非常によく、修正プロクター法による基準密度に対して常に99%以上の締固め度が得られた。

圧縮強度は設計強度30MPa(306kgf/cm<sup>2</sup>)であるのに対して、28日後に採取したコアではほとんどが40MPa(408kgf/cm<sup>2</sup>)以上であり、中には50MPa(510kgf/cm<sup>2</sup>)以上のものもあった。

### 4.3.6 供用性材

10~25m程度の間隔で収縮クラックが発生しているが、中にはカット目地の部分からわずか2 mぐらいのところに収縮クラックが入っている箇所もあった。これは目地の切断深さが不足していたためと思われる。さらに、片側車線にだけ目地を設けた箇所ではその影響で反対車線にまでクラックが発生していたことから、カット目地は全幅に入れた方が良いと思われる。また、下層の支持力不足のためか亀甲状クラックの発生している箇所も見

られた。

斜め目地は走行性改善、衝撃荷重の分散等の目的で設けたものと思われるが、コールドジョイント（ $\text{E}$ ）との交点部の角度が小さすぎるために破損していた（写真 6-6、図-4.3.2の○内の部分）。ここでの斜め目地は特殊な例であり、きわめて大胆な試みであるといえる。カット目地にしろ、「クラック誘発板」PVCの設置にしろ、このような目地の作り方は1 m当りA\$0.6（65円）にしかない。

その他、縦クラックがフィニッシャの中心位置に見られたが、これはコンクリートの材料分離が原因であるとのことであった。

全体的に、ナチュラルクラックの方が目地よりも角欠けが激しいようである。

コールドジョイント部は、開口幅はさほど大きくないが角欠けが激しかった。開口部にはアスファルト系シーリング材が充填してあった。

路面性状は、舗設後2時間程度で交通開放したため荒れている箇所があり、特に木材を積んだ車が通行する車線はモルタルの飛散が激しかった。また、含水比調整の不備のためか転圧時にローラへの付着があり肌荒れしている箇所があった。

既設舗装との接続部はアスコンですりつけてあるが、あまりきれいには仕上がっていない。

#### 4.4 まとめ

RCCPの施工においては、コンクリートの品質管理、施工中の材料分離の防止、目地構造の決定等に特に注意を要する必要がある。また、アスコン上のオーバーレイ工法としてRCCPを適用する場合には端部処理や既設路面の補強等の検討が必要であるといえる。

目地構造としては、カット目地も「クラック誘発板」PVCの設置も、ともにクラック発生位置のコントロールには有効であるといえる。

タスマニアで施工された箇所の中には、プラントが遠隔地にあるため、凝結遅延剤（リターダ）を通常の2倍使用した例もある。日本においてもRCCの供給体制には今後検討の余地があると思われ、このようなリターダの使用方法は注目すべきところである。

オーストラリアにおいては、RCCPはローコスト道路という認識が強く現在の供用性状でも十分であるとしているが、日本でも、設計者、施工者ともにRCCPをこのような観点からとらえていけば、今後さらに需要が高まるであろう。

## 5. オーストラリアにおけるI.L.B舗装の現況

### 概 説

今回の視察旅行中、短時間ではあるがI.L.B（インターロッキングブロック）舗装を見学する機会を得たので、本章では視察中に得られた情報を基に、オーストラリアのI.L.B舗装についての知見をまとめる。

オーストラリアにおけるI.L.B舗装の使用は、1970年代中頃から本格化しており、この要因としては、I.L.Bのもっているデザイン性、即時交通開放性、再利用性などが主要なものとして挙げられている。

I.L.B舗装の適用箇所としては、上記に関連して美観を重視する所が一般的である。

車道への適用は、騒音や振動、建設費の問題があり、発注官庁によりその対応は異っている。

I.L.B舗装に関する設計・施工標準書としては、オーストラリアセメント・コンクリート協会より「INTERLOCKING CONCRETE ROAD PAVEMENTS : A Guide to Design & Coustruction」が発行されており、本書がオーストラリアにおける統一仕様書的なものと考えられる。

図-5.1は、このガイドブック中に示されている標準的な断面構成であり、各構成層の概略は次のとおりである。

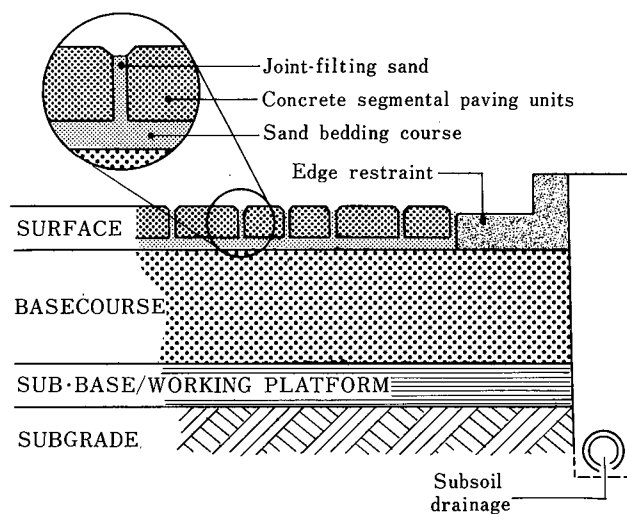


図-5.1 I.L.B舗装断面構成

表層はI.L.Bと敷砂および端部の拘束部材から構成され、I.L.Bの目地は砂で充填される。

路盤は、一層またはそれ以上の層から成り、材料には高品質な粒状材料あるいはセメントで安定処理された碎石あるいは天然砂利が用いられる。

下層路盤（ワーキング・プラットフォーム）は、路床が軟弱な場合に設けられる層で、材料には現地土を安定処理したものやセレクト材が用いられる。

また、I.L.B舗装の断面設計については、B. SHACKEL（ニューサウス・ウェールズ大学）の研究成果を採用した理論的な手法により行われている。

### 5.1 現場視察

I.L.B舗装の視察は、適用目的別に次のような現場を見学した。

①景観的な面を重視した公園駐車場と宅地内道路（3現場）

②耐荷性・耐久性を重視した構内道路（２現場）

③特殊な適用事例（１現場）

以下にこれらの視察結果の概要をまとめる。

(1) 調査年月日：1988年11月1日

(2) 場 所：ブリスベーン市郊外

(3) 案 内 者：Mr. Edwin Petrie（オーストラリア・セメント・コンクリート協会上席技師）

Mr. Ross Tomkins（ボラルカルシル社舗装部支配人）

Mr. Arthur Colenso（イー．エー．ロック．コンテナサービス社支店長）

#### 5.1.1 公園駐車場および宅地内道路

公園駐車場は、薄赤色と黄色を主体としたI.L.Bを用いて、通路と駐車スペースを色別（写真7-1）しており、歩道部にはレンガブロックを使用していた。舗装の現況は、部分的にはあるが路盤の支持力不足に起因すると思われるブロックの沈下とひびわれが見られた。この点に関して案内者は、業者の施工技術の重要性を強調していた。

宅地内道路では、施工が終了した現場と施工中（写真7-2, 3, 4）の現場を見学した。色調は両現場とも、くすんだ赤系統のI.L.Bを使用し、落ちつきと高級感（写真7-5）をもたせたものであった。

施工中の現場の舗装断面は、図-5.2.2に示すもので、施工の要領は次のとおりである。

①プライムコートを施した路盤に敷砂（乾燥した砂）を定規を用いて規定の高さに無転圧で敷均す。

②人力でI.L.Bを規定のパターンに布設する。

③I.L.Bの目地部に砂を充填し、ビブロプレートによりI.L.B表面を転圧して仕上げる。

施工が終了した現場は、目地の充填不良の箇所があったものの、出来栄は良好であった。

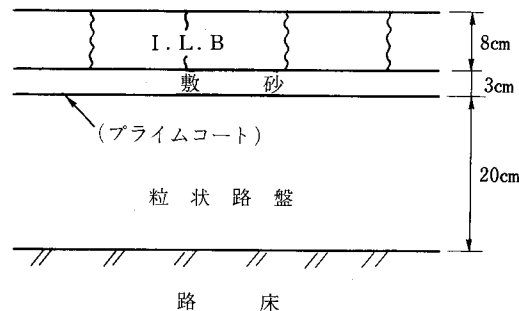


図-5.2.2 住宅内道路の舗装断面

#### 5.1.2 構内道路

見学した現場は、青果市場とコンテナヤードで、両現場とも重車両が走行するところであった。青果市場では大型運搬車の走行や回転により、既設のアスファルト舗装にワダチ掘が生じたため、路盤に20～30cm厚のC.T.Bを用いたI.L.B舗装（写真7-6）に変更したものである。

コンテナヤードは（写真8-1）、軟弱な地盤上に建設された規模の大きなもので、7haの敷地に貨車の引込み線や大型クレーンが設置されている。走行する交通荷重は、全重量80tのフォークリフト（写真8-2）が9台と出入りする大型トレーラが100～200台/日と非常に大きなものである。

既設の舗装は鉄筋で補強された版厚25cmのコンクリート舗装であったが、破損が著しく7年前より順次図-5.

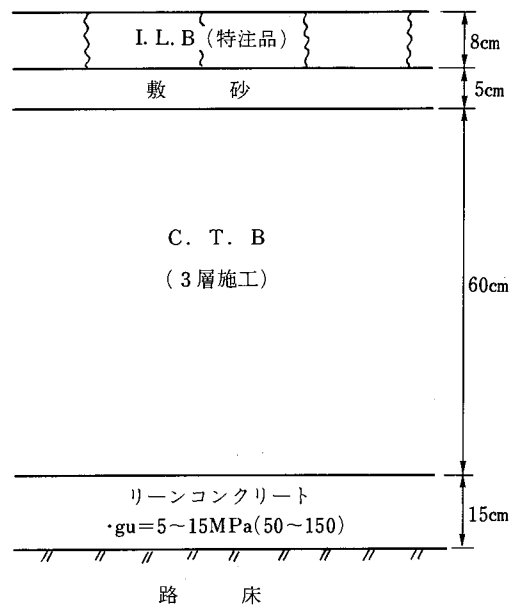


図-5.2.3 コンテナヤードのI.L.B.舗装断面

2.3 (写真8-3) に示す断面をもったI.L.B.舗装に置換えていっている。

I.L.B.を採用した理由

- ①空いているところから施工ができる。
- ②打継ぎ部の仕上がりが良好である。
- ③車の走行に支障がない。

この断面の最下層に用いられているリーコンクリート層は、バインダーに早強セメントを使用し、拘束層としての他に、早期にC.T.B.を施工するためのワーキングテーブルの役目も果している。

現況は青果市場と同様に、非常に良好であり景観的にも優れたものであった。

### 5.1.3 特殊箇所

視察した現場は郊外のガソリンスタンドで、わが国ではほとんど適用事例のないものであった。

舗装断面は図-5.2.4に示すもので、色調は赤系統と黄系統のI.L.B.をモザイク風に布設したシックなものであった。

採用理由は、デザイン性を重視したものであるが、耐荷性、耐油性等の効果も兼ねそなえているものと考えら

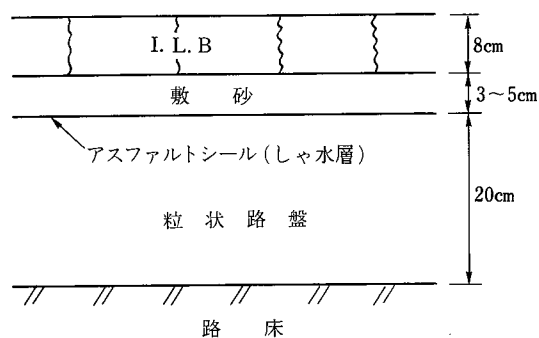


図-5.2.4 ガソリンスタンドの舗装断面

れる。しかし、目地部からのガソリン等の浸透が懸念されるが、案内者によれば、目地部から舗装体内への浸透は無視できる程度の量で、使用上の問題はないとのことであった。

## 5.2 考 察

I.L.B舗装は、今回の視察旅行中各所で見受けられ、機能と目的に応じた形で用いられている感じを受けた。特に、重荷重が作用する道路やガソリンスタンドへの適用事例は、わが国においては少ないだけに興味深いものであった。また、景観を重視する場所での色調は、わが国で見受けるようなケバケバしさはなく、周囲の環境に良くマッチしたものであった。

なお、現場での説明から得られたI.L.Bに関する知見をまとめると以下のとおりである。

- ①I.L.Bの舗設は、機械施工を行う場合もあるが、人力施工が一般的であり、その場合の標準作業量は1000㎡/5～6人/1週間程度である。
- ②歩道用のI.L.Bは、ハイヒールによる歩行に対する配慮からテーパが少ないものを使用している。
- ③透水機能をもったI.L.Bは使用していない。

## インターロッキングブロックの舗装



写真7-1 色の違うブロックで駐車区分し、駐車場全体が図案化してある。



写真7-2 分譲住宅地の道路、粒状路盤のうえにプライムコートを行ってILBを舗設する。



写真7-3 ブロックの舗設状況。

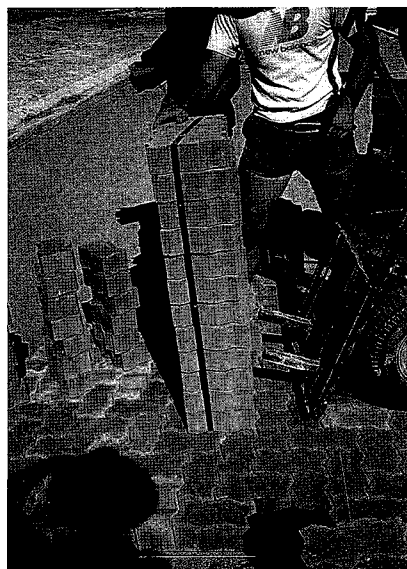


写真7-4 ブロックの小運搬は特殊なハンドリフトで1人で手際良く行う。



写真7-5 リゾート分譲地も高級感を出すためブロック舗装が用いられていた。



写真7-6 アスファルト舗装でワダチ掘れが生じ、CTB+ILBで舗装し良好な結果を得ている市場のゲート付近。

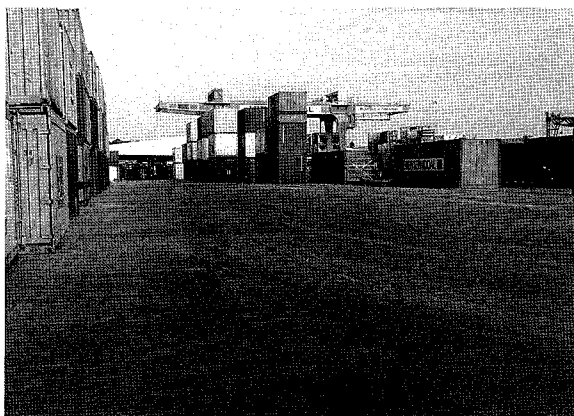


写真 8-1 7haのコンテナヤード、コンクリート舗装からILB舗装に打替え中。

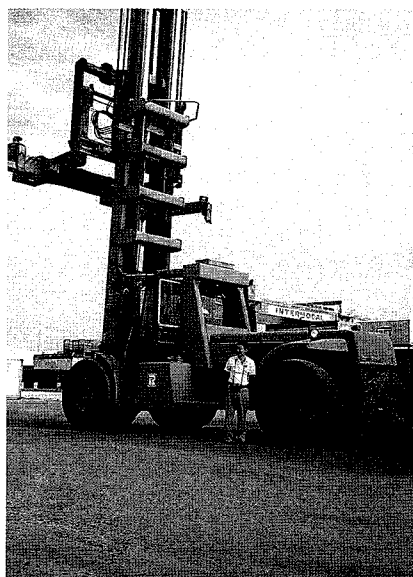


写真 8-2 コンテナヤードでは80tのフォークリフトが活躍していた。

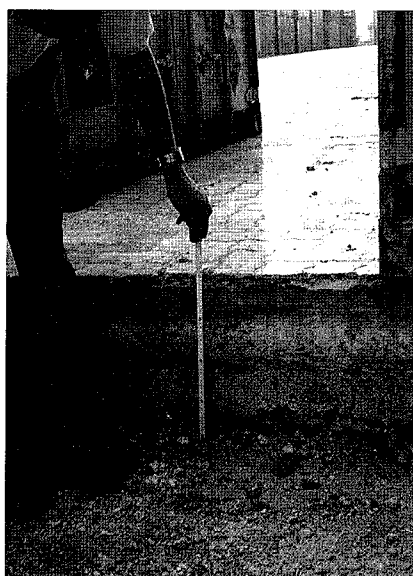


写真 8-3 超重荷重に耐えるよう60cmのCTBの上に8cmの強化型ILBを使用している。



▲シンガポールの国花、ラン。

## チャンギ国際空港

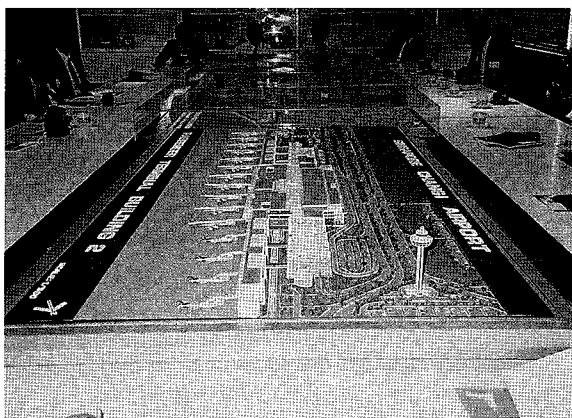


写真 8-4 空港の模型を前にS. Lertanyavit氏より規模や構造について説明を受ける。



写真 8-5 エプロン部のコンクリート舗装、スリップフォームペーパーによる舗装であるが平坦性はあまり良くない。

## 6. チャンギ国際空港のコンクリート舗装

(1) 日 時：昭和63年11月7日

(2) 場 所：Airport Development Division, Public Works Department事務所

第2ターミナルビル建設現場、エプロンのコンクリート舗装

(3) 説明者：Mr. SOMKIT LERTANYAVIT（空港建設技術部長）

### 6.1 空港の概要

シンガポールは、マレー半島の先端にある島国で1965年に独立し、工業・貿易および観光で急激な経済成長を遂げている国であり、チャンギ国際空港は現在建設中の世界でも屈指の大きさを誇る空港である。

表-6.1 チャンギ国際空港の概要

|             |                                                                                                                                                                                          |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 名称       | Changi International Airport                                                                                                                                                             |
| 2. 位置       | シンガポール島東端 市内中心部より20km<br>パヤレア空港より8.5km                                                                                                                                                   |
| 3. 開発       | 着工 1975年（パヤレア空港が容量不足、設備増設が不可能なため）<br>第1期工事 1981年完成 管制塔および埋立て土木：(株)大林組<br>旅客ターミナル：(株)竹中工務店<br>第2期工事 1989年完成予定：現代社（韓）                                                                      |
| 4. 面積       | 1663ha（第1期870ha、第2期793ha）<br>約950haは埋立地。埋立地のうち250haは山土で埋立て、700haは海砂をサンドポンプ方式で埋立てた。<br>平均地盤高さは海面より6.5m                                                                                    |
| 5. 滑走路      | 2本の平行滑走路で滑走路間隔は1643m<br>第1期4,000m×60m、第2期3,355m×60m（4,000mに延長可）<br>フライト容量 第1期完成時40回/h 第2期完成時80回/h                                                                                        |
| 6. 誘導路      | 17,310m×30m（第1期9,480m、第2期7,830m）                                                                                                                                                         |
| 7. エプロン容量   | 旅客機駐機場 46機分（第1期38、第2期8）<br>貨物機駐機場 6機分（第1期4、第2期2）<br>整備用駐機場 3機分（第1期3、第2期0）<br>合 計 55機分（第1期45、第2期10）                                                                                       |
| 8. 場内道路     | 2車線の道路26.5km（第1期16km、第2期10.5km）<br>貨物および整備施設のために海岸沿いに4車線の専用道路有り                                                                                                                          |
| 9. 駐車場      | 旅客専用駐車場2,138台（5,000台までの増設可）<br>バスコーチ62台                                                                                                                                                  |
| 10. 旅客ターミナル | 旅客ターミナルは現在共用中の第一ターミナルと現在建設中の第二ターミナルがあり、完成時には一日旅客75,000人と荷物450,000トンの処理が可能である。<br>第一ターミナルと第二ターミナルは45分で乗継げるように計画し、旅客はコンピュータ制御の全自動軌道車両（コンクリート軌道、100人乗り6台）で移動し、貨物は地下7mのトンネルを利用しベルトコンベアで移動する。 |
| 11. その他の施設  | 貨物ターミナル3棟、格納庫1棟、管制塔（高さ75m）<br>機内食調理場、警察署、消防署、測候所、貯水池（2ヶ所）<br>遠距離レーダ、燃料基地                                                                                                                 |
| 12. 建設費     | 15億Sドル（約975億円）                                                                                                                                                                           |
| 13. 空港アクセス  | 市内中心地より2本の自動車道路で結ばれている。1本は島の中央部を横断している6車線（片側3車線）の高速自動車道（Pan Island Expressway）で、もう1本は島の東南部を走る6車線（片側3車線、片側4車線に拡幅予定）の東海岸自動車道（East Coast Parkway）である。<br>将来計画として、市街地と地下鉄で結ぶ予定である。           |

シンガポールは大小50以上の島々からなり、淡路島より少し広い国であるが、その中心となっているのはシンガポール島（東西40km、南北30km）で、チャンギ国際空港はこの島の東端に位置し敷地面積の半分以上を海岸埋立てにより確保し、1日当り7万5000人の旅客と、45万トンの荷物を処理できる能力を持つ空港を目指して1975年に着工し、第一期工事は1981年に完成供用を開始し、現在は第二期工事を1989年の完成を目指して施工中である。

今回の調査はランウェイ部、タクシーウェイ部、エプロン部等の空港の舗装（特にコンクリート舗装）についての調査(写真8-4)と、第二期工事の建設現場およびエプロン部のコンクリート舗装現場の視察(写真8-5)を行ったものである。

空港の概要は表-6.1に示す。

## 6.2 空港の舗装

チャンギ国際空港の舗装はエプロン部、ランウェイ部、タクシーウェイ部で行われていて、エプロン部はコンクリート舗装、ランウェイ部およびタクシーウェイ部はアスファルト舗装である。

### 6.2.1 構造

エプロン部のコンクリート舗装の構造は、図-6.1に示すように36cmのコンクリート舗装版の下部に基層として15cmのリーコンクリートを設けている。

|           |      |                                                  |
|-----------|------|--------------------------------------------------|
| コンクリート舗装版 | 36cm | 4.15MN/m <sup>2</sup> (43.3kgf/cm <sup>2</sup> ) |
| リーコンクリート  | 15cm | 2.50MN/m <sup>2</sup> (23.5kgf/cm <sup>2</sup> ) |

図-6.1 エプロン部のコンクリート舗装

ランウェイ部、タクシーウェイ部のアスファルト舗装は比較的薄く、図-6.2に示したように90cmの碎石路盤の上にアスファルト混合物で10cmの基層と5cmの表層を設けただけである。表層用アスファルト混合物の仕様は表-6.2に示した通りである。なお、ランウェイ部でもグルーピングは行っていない。

表-6.2 表層用アスファルト混合物の仕様

|          |         |
|----------|---------|
| マーシャル安定度 | 917kg以上 |
| フロー値     | 8～16%   |
| 空隙率      | 3～5%    |
| 飽和度      | 75～82%  |
| アスファルト量  | 5～7%    |

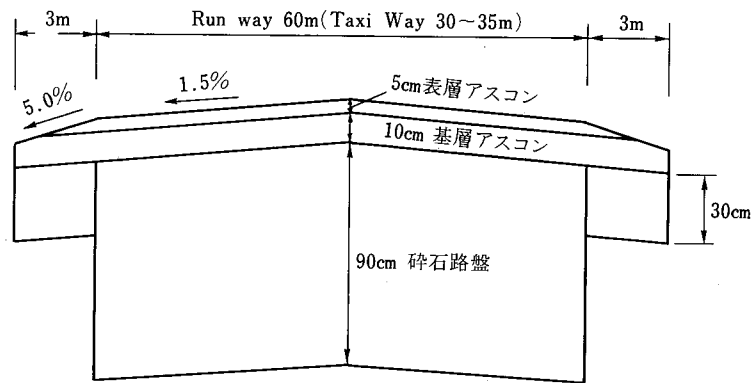


図-6.2 ランウェイ部のアスファルト舗装

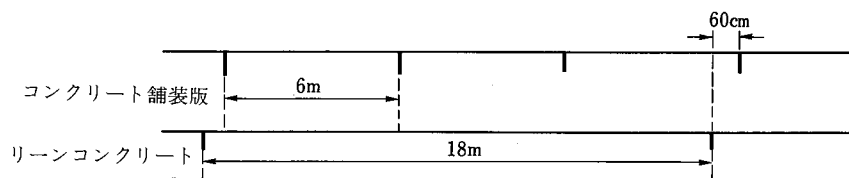


図-6.3 コンクリート舗装の目地間隔

#### 6.2.2 目地設計

エプロン部のコンクリート舗装版の目地は6m間隔で、版の厚さの1/3深さまでカットで切込み、目地材を注入している。基層のリーコンクリートの目地間隔は18mとし、上部のコンクリート舗装版の目地と重ならないよう60cmずらした位置としている。

#### 6.2.3 補強筋

コンクリート舗装版の補強筋としてタイバー、スリップバーは全ての目地に使用しているが、鉄網はクラックが入ると好ましくない一部の箇所（68ブロック中3ブロック）だけとし、他の箇所は原則として用いてない。

#### 6.2.4 施 工

コンクリート舗装版、基層のリーコンクリート共にスリップフォームペーパーを使用して舗装した。

#### 6.2.5 エプロン部の視察

空港内に入りエプロン部の視察を行った結果は、次のとおりである。

- ① コンクリート舗装版の表面の一部にフェザークラックが見られたが、構造上欠陥とならないので発注者としても別段問題としていない。
- ② 目地幅は鉄網のない所では25mm程度であったが、鉄網を使用した所では8mm程度であった。
- ③ コンクリート舗装の平坦性はあまり良くない。日本の舗装基準では不合格となる程度であり、シャワー（にわか雨）の後では水溜まりが多数見られた。

一方、タクシーウェイ部のアスファルト舗装の平坦性は、水溜まりも見られず良好のようである。

### Ⅲ. 結 び

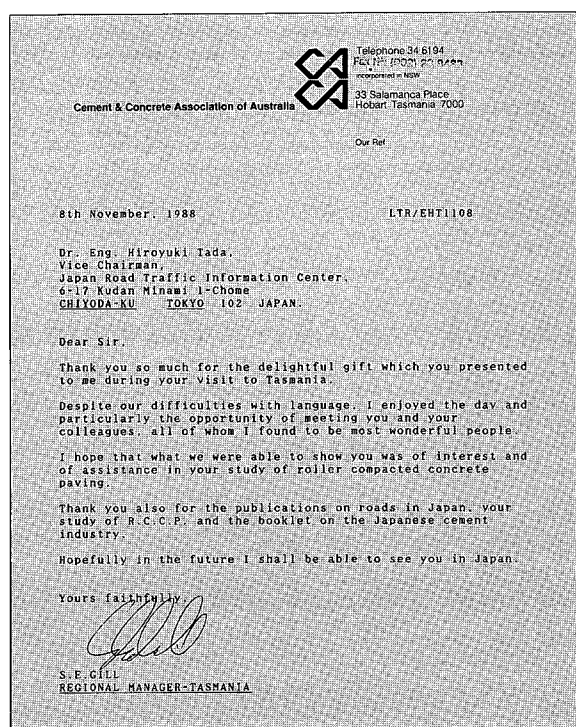
(注)セメント協会では、転圧コンクリート舗装(RCCP)の研究に資するため、1987年11月中旬から12月初旬にかけての18日間、欧米におけるRCCPの現地調査を行ったが、1988年にはその報告をも兼ねて山形、青森、福岡、新潟および金沢の各市において講演会を順次開催したところ、延べ約1600名の参加を得た。

一方、この間に国内におけるRCCPの施工実績も、建設省、地方公共団体、日本道路公団あるいは民間機関において急速に拡大し、その累計はおよそ4万㎡に達している。

このようなRCCPに対する関心の高まりの中であって、1988年10月26日から11月8日までの14日間にわたって実施されたのが今回の第2次海外調査であるが、調査団はセメント関係7名、道路舗装関係10名、その他3名の計20名で構成された。団員諸兄には、出発前の文献調査から帰国後の報告書のとりまとめまで種々の作業を分担して頂き、その詳細は各章に記述したとおりであるが、さきの欧米調査の結果とあわせて考察するとき、RCCPに関するわが国の国際的な座標が明らかになったと思われる。

ところで、このたびの企画が予想以上の成果を納めることが出来たのも、オーストラリア セメント・コンクリート協会の組織的な支援に負うところが極めて大きい。とくに協会本部の道路舗装部長J. R. Hodgkinson氏には、訪問先、視察現場の選定などスケジュール萬端についてご手配頂いた。

またクィーンズランド州幹線道路局では、セミナー終了後、局長のE. Finger氏をはじめ幹部の方々から、団員一同が会食のご接待にあずかったが、これは舗装部長R. G. Gordon氏の配慮によるものと思われる。実は同局を訪問早々、初対面のつもりで氏に挨拶したところ、「何云っているの、東京で世話になったじゃないか。」とのこと。そういえば1986年秋、PIARCのたわみ性舗装に関する技術委員会をわが国で開催した際のオーストラリア代表が彼であって、たちまちヤァヤァ。予め送ってあったメンバーリストを見て、待ち構えてくれた次第で、嬉しいことであった。



さて、われわれが帰国直後、セメント・コンクリート協会タスマニア支部長S. E. Gill氏から左のような挨拶状が届いた。お世話になった礼状も差上げぬうちに丁寧な便りを頂いて恐縮したが、氏も述べているように“言葉の問題があるにも拘らず、RCCPに対する彼我共通の関心が意思の疎通を容易にし、お互いの技術情報を交換することが出来たのであるが、さらに何よりの収穫は、訪問した各地でいわばRCCPの同志と知り合い、今後の技術協力を約してきたことであろう。

このたびの海外調査の成果が、調査旅行に参加した団員の個人的体験に止まることなく、引続き今後のRCCPの発展に活かされることを願って止まない。

平成元年 3 月

オーストラリア道路舗装調査団

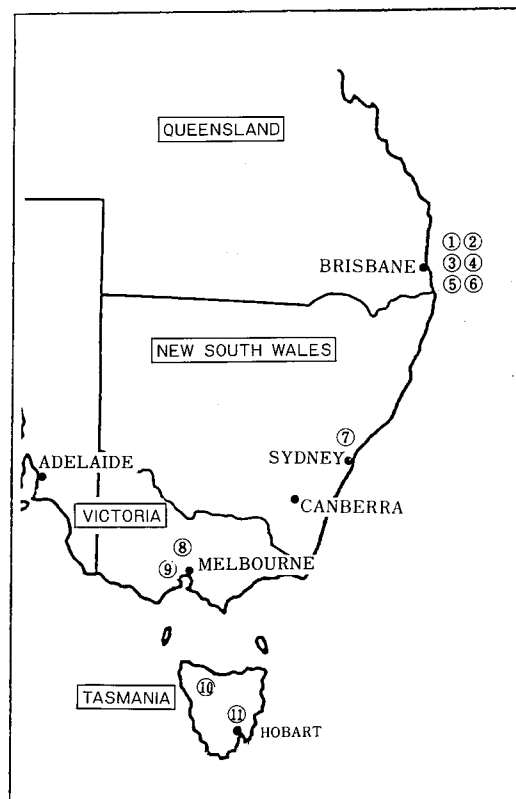
団長 多田宏行

## IV. 調 査 日 程

今回のオーストラリア道路舗装調査団の14日間の調査日程は次のとおりである。

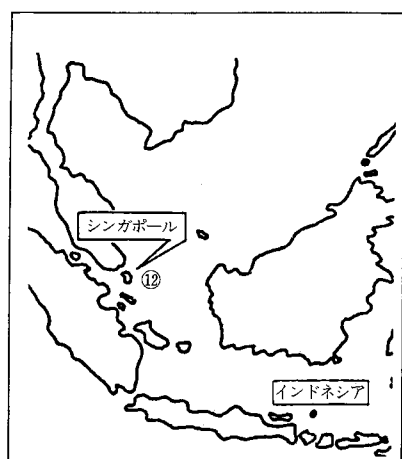
| 日 次 | 月 日 (曜)       | 発 着 地                                  | 発 着 時 間                                      | 交通機関名                | 調 査 先                                                                                           |
|-----|---------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 10月26日<br>(水) | 東京 (成田) 発                              | 20 : 00                                      | JL-771               | (機中泊)                                                                                           |
| 2   | 10月27日<br>(木) | シドニー着<br>シドニー発<br>オークランド着              | 06 : 15<br>10 : 00<br>14 : 50                | QF-043               | (ロトルア泊)<br>SHERATON-ROTORUA HOTEL                                                               |
| 3   | 10月28日<br>(金) | ロトルア発<br>オークランド着                       | 14 : 00<br>17 : 00                           | 専用バス                 | モータウェイ視察<br>(オークランド泊)<br>THE REGENT OF AUCKLAND                                                 |
| 4   | 10月29日<br>(土) | オークランド発<br>シドニー着<br>シドニー発<br>ブリスベーン着   | 07 : 40<br>09 : 15<br>10 : 45<br>12 : 00     | QF-040<br>TN-492     | 国際レジャー博覧会視察<br>(ブリスベーン泊)<br>MAYFAIR CREST INTERNATIONAL<br>HOTEL                                |
| 5   | 10月30日<br>(日) | ブリスベーン滞在                               |                                              |                      | サンクチャリーコープ等視察<br>(ブリスベーン泊)                                                                      |
| 6   | 10月31日<br>(月) | ブリスベーン滞在                               |                                              |                      | クィーンズランド州幹線道路路面にてミーティング<br>ローガンモーターウェイの現場視察<br>(ブリスベーン泊)                                        |
| 7   | 11月1日<br>(火)  | ブリスベーン発<br>シドニー着                       | 19 : 15<br>21 : 35                           | AN-039               | ブリスベーン市内RCCP現場視察<br>ブリスベーン市内インターロッキング現場視察<br>(シドニー泊)<br>MANLY PACIFIC PARKROYAL                 |
| 8   | 11月2日<br>(水)  | シドニー滞在                                 |                                              |                      | オーストラリアセメントコンクリート協会にて<br>ミーティング<br>(シドニー泊)                                                      |
| 9   | 11月3日<br>(木)  | シドニー発<br>メルボルン着                        | 9 : 20<br>10 : 35                            | AN-077               | スワンソンドックコンテナヤードのRCCP現場視察<br>ウィルズロード (高速道路) のRCCP現場視察<br>(メルボルン泊)<br>NOAHS HOTEL MELBOURNE       |
| 10  | 11月4日<br>(金)  | メルボルン発<br>ラウンセストン着                     | 07 : 40<br>08 : 35                           | AN-801               | ラウンセストン市郊外セメント工場構内RCCP現<br>場視察<br>ティトリーロード (幹線道路) のRCCP現場視察<br>(ホバート泊)<br>SHERATON HOBART HOTEL |
| 11  | 11月5日<br>(土)  | ホバート発<br>シドニー着<br><br>シドニー発<br>シンガポール着 | 10 : 25<br>13 : 10<br><br>18 : 30<br>23 : 00 | AN-020<br><br>QF-005 | <br><br>(シンガポール泊)<br>THE WESTIN PLAZA                                                           |
| 12  | 11月6日<br>(日)  | シンガポール滞在                               |                                              |                      | (シンガポール泊)                                                                                       |
| 13  | 11月7日<br>(月)  | シンガポール滞在                               |                                              |                      | チャンギ国際空港にてミーティング<br>チャンギ国際空港第二期工事舗装現場視察<br>(シンガポール泊)                                            |
| 14  | 11月8日<br>(火)  | シンガポール発<br>東京 (成田) 着                   | 09 : 20<br>16 : 35                           | JL-712               |                                                                                                 |

オーストラリア道路舗装調査団の主な調査地点は下図のとおりである。



#### 調査地点

- ①国際レジャー博覧会場
- ②クィーンズランド州幹線道路局
- ③ローガンモータウェイ現場
- ④産業廃棄物処理会社構内RCCP現場
- ⑤自動車修理工場構内RCCP現場
- ⑥ブリスベーン市郊外のI.L.B.の現場
- ⑦オーストラリア セメントコンクリート協会
- ⑧スワンソンドッグヤードのRCCP現場
- ⑨ウェルズロードのRCCP現場
- ⑩セメント会社構内のRCCP現場
- ⑪ティートリーロードのRCCP現場
- ⑫チャンギ国際空港・空港建設局



## V. 訪 問 先

オーストラリア道路舗装調査団の訪問先は下記のとおりである。

### 1. MAIN ROADS

Main Roads Department, Queensland

Head Office

G.P.O.Box 1412

Brisbane Queensland 4001 Australia

### 2. CEMENT & CONCRETE ASSOCIATION OF AUSTRALIA

25 Berry Street

North Sydney NSW 2060 Australia

### 3. SINGAPORE CHANGI AIRPORT

Public Works Department Airport Development Division

1800 Upper Changi Road, Singapore 1750

### 4. JAPAN PAVILION WORLD EXPO 88'

P.O.Box, 2010, South Brisbane, Queensland,

4101, Australia

## VI. 団 員 名 簿

今回のオーストラリア道路舗装調査団員の名簿は下記のとおりである。

(五十音順)

|     | 氏 名       | 勤 務 先 / 役 職                            | 勤 務 先 住 所                                  | 勤 務 先 電 話    |
|-----|-----------|----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|
| 団 長 | 多 田 宏 行   | (株)日本道路交通情報センター<br>副理事長                | 〒102 千代田区九段南 1-6-17                        | 03-264-0241  |
| 幹 事 | 廣 田 文 弘   | (株)セメント協会<br>常務理事                      | 〒140 中央区京橋 1-10-3                          | 03-561-8634  |
| 団 員 | 石 川 健     | 大林道路(株)<br>技術研究所施工研究室 室長               | 〒336 浦和市沼影 2-12-36                         | 0488-63-7787 |
| "   | 稲 原 博     | 秩父セメント(株)<br>営業技術担当 副部長                | 〒100 千代田区有楽町 1-5-1 朝日生命<br>日比谷ビル ユニオンセメント内 | 03-580-5773  |
| "   | 加 形 護     | 鹿島道路(株)<br>本店技術部 技術課長代理                | 〒102 千代田区麴町 5-3 秋山ビル                       | 03-238-1681  |
| "   | 亀 山 秀 壮   | 徳山曹達(株)<br>セメント事業部 課長                  | 〒141 品川区東五反田 2-3-5 五反田中<br>央ビル 8 F         | 03-597-5115  |
| "   | 菊 地 央     | 小野田セメント(株)<br>常務取締役                    | 〒135 江東区豊洲 1-1-7                           | 03-531-4111  |
| "   | 菊 山 晴 夫   | 常盤工業(株)<br>本部工事部 次長                    | 〒102 千代田区九段北 4-2-38                        | 03-262-9184  |
| "   | 小 島 逸 平   | 熊谷道路(株)<br>技術研究所 第一研究部長                | 〒302-02 筑波郡谷和原村小絹216-1                     | 0297-52-4751 |
| "   | 斉 藤 博     | 住友セメント(株)<br>セメントコンクリート技術開発セン<br>ター 参与 | 〒101 千代田区神田美土代町 1                          | 03-296-9794  |
| "   | 菅 野 伸 一   | 常盤工業(株)<br>技術研究所 主任                    | 〒341 三郷市新和 4-490-1                         | 0489-52-0789 |
| "   | 鈴 木 尚 治   | 第一コンクリート(株)<br>常務取締役                   | 〒231 横浜市中区錦町 7                             | 045-622-2634 |
| "   | 永 田 幹 雄   | 宇部興産(株)<br>セメント事業本部技術センター製品<br>技術部 部長  | 〒755 宇部市西本町 1-12-32                        | 0836-22-6152 |
| "   | 根 本 信 行   | 日本舗道(株)<br>技術研究所 副主任研究員                | 〒140 品川区東品川 3-32-34                        | 03-471-8542  |
| "   | 野々田 充     | 日本道路(株)<br>技術部開発課 主任                   | 〒146 太田区多摩川 2-11-20                        | 03-759-4811  |
| "   | 野 村 衛     | 電気化学工業部(株)<br>セメント事業部 セメント二課長          | 〒100 千代田区有楽町 1-4-1                         | 03-507-5349  |
| "   | 原 富 男     | 福田道路(株)<br>技術研究所 所長                    | 〒951 新潟市川岸町 1-53-1                         | 025-231-1211 |
| "   | 溝 口 孝 芳   | 大成道路(株)<br>工事部 部長 (技術担当)               | 〒104 中央区京橋 3-13-1                          | 03-561-7755  |
| "   | 村 上 不 二 夫 | 国土道路(株)<br>工事総括部 技術研究室長                | 〒107 港区赤坂 4-9-17 赤坂第一ビル                    | 03-403-3191  |
| 旅行社 | 河 東 潔     | 近畿日本ツーリスト(株)<br>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. 旅行雑感

今回の道路舗装調査にあたっては、オーストラリア セメント・コンクリート協会の積極的な協力が得られ、数多くの現場視察や討論会を行うことができた。その結果はここまでの報告書に取りまとめたとおりであるが、さらに我々は日程の合間を縫って訪問国の道路事情や地域開発、生活環境の実態、観光地の視察等を行い、見聞を広め有意義な旅行をすることができた。以下は、これらの訪問先での雑感である。

### (1) ニュージーランド

オーストラリア・ブリスベンで開催中の国際レジャー博覧会の会期末であることもあって、航空便の都合で我々の旅行は先ずニュージーランドから始まった。ニュージーランドは緯度から言えば日本の関東地方から北海道にかけてと同じくらいの位置であり、面積は本州と九州を合せた程度で、北島と南島に分れている。

飛行機が北島のオークランド空港に近付くと、まるで緑のジュウタンの上に着陸するかのように、島全体が緑の牧場である。そしてジュウタンにゴマを振掛けたように見えるのが、羊の群れである。

ニュージーランドと言えば緑と花を思い浮べる人が多いだろう。我々が訪れたのが初夏であったので、なおさらその感が強かった。花もいろいろ咲いていたが（写真9-1）、見渡す限りの広い牧場も素晴らしかった。牧場に食肉用や羊毛用の羊が数えられないほど群れを成しているが、人影はほとんど見られない。

この国では人口の約20倍の羊が飼育されているという。この羊の群れを少数の牧童で扱うにはやはりシーブドッグの活躍が必要なのであろう。口笛一つで自由に犬を操る実演を見た（写真9-2）が、訓練されたシーブドッグには感心させられた。また、羊の毛をバリカンで刈取るシアリングは見事な手捌きで、一頭を丸裸にするのに約1分しかかからなかった。それにしても6千万頭もいる羊である、1,000人の牧童が一斉にシアリングをしても丸々42日間かかることになる。

#### ① ニュージーランドの道路

オークランドはさすがにこの国第一の都市である。高層ビルが建ち並び、道路もほとんど舗装されている。海面からの高さ40mを誇る全長1,020mのハーバーブリッジ（写真9-3）も、1959年の完成時には4車線で十分であったが、その後通行車両の増大に対処するため両側に2車線ずつ拡幅し、現在は中央の2車線を時間帯による変更車線とした合計8車線の橋となっている。

しかし、一歩郊外へ出ると主要なモータウェイでも舗装はチップシールである（写真9-4）。交通量が極端に少なくなるため、これでも十分供用に耐えている。また、ガードレールやガードケーブルはほとんど見られず、たまに橋脚や構造物の周辺に申し訳程度に木製の安全柵が設置してあった。

市街地の交差点には信号機があるが、郊外ではこれもほとんど見られず、主要な交差点はロータリー式になっており、右側から進行して来る車（左側通行）が優先というシステムをとっている。

モータウェイと言っても交通量はあまりなく、2車線道路のレーンマークは日本の仮設ラインのような細いペイント式のものであったが、車の制限速度は100km/hとなっていた。視界を遮る構造物もなく平坦な道路のせいか、スピード感はあまり感じられない。

#### ② 原住民はマオリ族

モータウェイは牧場地帯を走っていた。ほとんどの牧場は羊牧場だが、時々背の高い柵に囲まれ鹿牧場がある。ニュージーランドでは鹿肉は高級品として取扱われ、欧州にも輸出しているという。

ニュージーランドは日本とよく似た火山性の島で、温帯相を呈していてシダ類が多く繁茂している。原住民はポリネシア系のマオリ族で、現在は特別保護区でその文化や伝統を伝承している。こういった政府の対策が原住民との共存共栄を可能にしており、ロトルアにはこのような特別保護区「ワカレワレワ」があった。間欠泉のある特別保護区でマオリ族の彫刻や工芸品の為の工芸学校まで作られていた。マオリ語は発音が日本語に似ているうえに、読み方はローマ字式に読めばよく、我々には親しみさえ感じられた。

ニュージーランドの現地料理といえば、温泉の熱を利用した蒸し料理が有名で、我々もマオリ族のハンギダンスを見ながら、魚貝類や羊肉、牛肉を用いた料理に舌鼓を打った。

ロトルアではその他、養鱒場で世界最大のマスや生ける化石と言われている「トウタタラ」が見られ、さらに国鳥である「キウイバード」が飼育されていた。この鳥は日本のトキと同様に絶滅寸前で特別に保護されている。「キウイバード」はラグビーボールのような形の夜行性の鳥で、嘴が長く地中のミミズや昆虫を食べていたため、退化して飛べなくなってしまった。鳴声が「キウイ」と聞こえるところからこの名がついた。

ニュージーランドの人はこの鳥に非常に親しみを持っており、「キウイ」と言う言葉がニュージーランドの代名詞としてしばしば使われている。またこの国で「キウイハズバンド」と言えば、われわれのような「優しくて良く働くダンナ様」のことだそうである。なお、果物のキウイとは関係がないとのこと。

## (2) オーストラリア

空から見たオーストラリアの第一印象は、茶色の大陸と言う感じであった。広さは日本の約20倍も有る。しかし、人口は日本の約1/10で、内陸部がほとんど砂漠のため海岸沿いに集中している。我々は限られた日程の中で、東海岸沿いにブリスベーン、シドニー、メルボルンそしてタスマニアを回った。

オーストラリアは今年建国200周年で、丁度ブリスベーンでは国際レジャー博覧会（写真9-5、EXPO'88）が“テクノロジー時代のレジャー”をメインテーマとして開催されていた。わが国は日本庭園やテクノプラザを造り日本の昔からの文化や遊びを紹介し、催し物やエレクトロニクスを駆使した展示物で人気を博していた。会場内の広場では各国の民族芸能（写真9-6）などがあちらこちらで行われており、会場全体がお祭り広場と言った感じで明るいオーストラリアの国民性が感じられた。

オーストラリアでは（ニュージーランドでも同様であった）、一般の商店街は給料日（金曜日）を除いては午後五時で閉店してしまい、我々がホテルに戻る頃にはもうほとんど買物は出来なかった。数少ない機会を見付けて街を散策してみると、肉や果物の価格は日本と比べるのも恥ずかしくなるほど安く、一般の生活必需品も日本の1/3～1/2程度であった。一般的なサラリーマンの平均所得が13～15万円で、その内35～40%の税金を納めても十分生活できるようである。住宅も安く（市街から車で10～20分程度離れた住宅地なら、敷地300坪、ベッドルーム3～4室、平屋建て400～600万円程度で購入できる）税金が高い分福祉が充実している。教育費、医療費は無料、老齢年金、失業保険が完備しており、ほとんどの所得を生活費にあてることが出来る。こんな環境であるから住宅資金やレジャー資金を作る以外に貯蓄をする必要も無くなり、労働意欲の衰退、失業者の増大（失業保険で生活出来る）をまねいている。最近ではこうした社会福祉の予算が肥大化し、問題となっているようである。

### ① 訪問先での歓迎

我々はクィーンズランド州の幹線道路局、シドニーのセメント・コンクリート協会、その他数多くの施工現場を訪問したが、どこでも懇切丁寧に対応して頂きオーストラリア人の優しい人情に触れることができた。

特に幹線道路局では、4時間に及ぶセミナーと歓迎昼食会を設けて頂き、有意義な時を過ごすことができた。

セミナーではオーストラリアの道路事情、コンクリート系舗装の設計と施工、リフレクションクラックの研究成果等について専門の技術者が熱心に説明してくれた。我々も一生懸命に耳を傾けるのだが、良く聞取れないため、つい通訳に頼ってしまったが、彼等の厚意はひしひしと感じられて嬉しかった。

オーストラリア英語は独特の発音があるので、慣れるまでなかなか判らない。Good-dayを「グッダイ」と発音するので「グッバイ」と言っているように聞こえる。(a)を「アイ」と発音するので、「パイパー」が「パイバー」に、「ペイブメント」が「パイブメント」になってしまうのである。

歓迎昼食会では、先方は幹線道路局長はじめ十名ほどが五つのテーブルに別れて着席し、我々調査団はそれぞれ片言の英語で歓談した。局長は日本が目的税を設けて道路財源を確保していることを羨ましがり、日本がもっと牛肉や羊毛を買ってくれることを望むと挨拶した。ところが貿易統計を見るとオーストラリア総輸出額の25.4%は日本向けであり、とりわけクィーンズランド州だけで見ると35.7%が日本向けに輸出されているのである。貿易相手国としては日本が断然トップで、あらためて日本への依存度が高いことを知らされた。

また幹線道路局長は、我々の団員名簿を見て道路建設業者が研究所を持っているのかと感心していた。オーストラリアでは発注官庁や協会は研究を行うが、建設業者はほとんど施工を行うだけとのことであった。

オーストラリアセメント・コンクリート協会ではセメントコンクリートに関する建築・土木の各種工法、製品の普及活動の他に、セメントおよびコンクリートの研究、規格の検討および技術の向上のための教育活動等を幅広く実施している。

オーストラリアにおけるセメントの需要は、日本の約1/10程度であるが、国土が日本の約20倍もあるため、協会の本部をシドニーに置き、各州に地方支部を設けて、その活動を行っている。また、協会には専門の技術者を配置して、技術的問題にも対応している。

さらに協会は、セメントコンクリートの事業の推進のために、行政当局に積極的に協力し、また、行政当局も協会に信頼を寄せ、その技術の活用をはかっていることが特に印象に残った。

## ② オーストラリアの道路

オーストラリアは国が広いので、都市間を結ぶ幹線道路だけでも膨大な量になる。IRFの統計によれば、オーストラリアの人口千人当りの主要幹線道路延長は日本の約6.1倍、自動車千台当りでは約4.3倍である。これらの道路を整備し管理するためには巨額な予算が必要となるが、もともと公共施設の利用には使用料を払わない社会慣習があるため、財源の確保が大きな問題となってきている。

したがって、道路についても出来るだけ安く耐久性のあるものの研究が盛んで、CTBが発達したようである。舗装については交通量の多い所や交差点のような苛酷な条件の所、住宅地、市街地、学校区域などの騒音が問題となる所等ではアスファルト舗装やコンクリート舗装であるが、その他の所ではほとんどが比較的安価に舗装できるチップシール舗装を行っている（表層はチップシールであるが、路盤以下は通常のアスファルト舗装の設計に基づいて舗設している）。

道路の費用は連邦政府が50%、州政府が50%負担する。州の予算措置として主に車両登録料（購入時のみ）とガソリン市販価格（56セント/l）のうち一部を充当しているが、現在でも道路予算の確保は難しく、今後増大する維持管理費（現在は道路予算の約60%）の確保が大きな課題となっている。最近では特殊な大型車（ロードトレインなど）等から道路利用料金を徴収するよう検討したり、有料道路の設置等の方策を考えている。橋梁ではシドニーのハーバーブリッジのように一部料金を徴収している所（南に向かう車のみ）もある。道路では今回我々が調査したローガンモータウェイが最初の有料道路となる予定である。

## ③ リゾート開発

オーストラリアの海岸線は、白い砂浜有り、珊瑚礁あり、波静かな入江有りで観光地やリゾート地としては最適な環境をもっている。オーストラリア人の住居地の人気ナンバーワンは海に面した所、海に見える所であり、観光客の人気もうなぎのぼりで、最近では海岸線のリゾート地の乱開発が社会問題になっている。歩くとも鳴くような白い細目の砂の砂浜が30kmも続くゴールドコーストでもリゾートマンション、分譲地、リゾートホテルの建設ラッシュになっている（写真10-1）。特に日本からの投資が著しく、これが地価の急騰を招いているとして、批判が出ているという。

我々はブリスベンとゴールドコーストの間にあるリゾート開発地サンクチュアリーコーブ（写真10-2, 3）を視察した。ここは入江を中心とした約443haを開発し、分譲住宅、ショッピング街、マリナ、ゴルフ場、インターナショナルホテル等を設備したウォーターフロント開発地である。現在まで約200戸を分譲しているが、そのうち10戸が日本人の所有である。ここの分譲住宅も、販売は日本の不動産業者が行っているとのことである。

### （3）シンガポール

シンガポールはマレー半島の先端に位置する島国で、1965年にイギリスから独立したASEAN諸国の中心的な国である。面積は約616平方kmで大小50以上の島から成っているが、その中心は東西10km、南北30kmのシンガポール島である。

オーストラリアからシンガポールへ着くと、とたんに東洋系の顔に囲まれ、一寸妙な気分になる。それもそのはず、この国は人口約240万人のうち中国系が75%、マレー系が15%、インド・パキスタン系が7%をしめている。工業、貿易、観光を主幹産業として発展した国で、公用語は英語である。したがって、小学校から英語、マレー語の教育をしている（小学校でも落第があるそうで、街で遊んでいる小学生をほとんど見掛けなかった）。

サラリーマンの平均所得は9～10万円程度（うち税金は約30%）で生活水準はあまり高くないが、ここでも福祉政策は充実しているし、住宅などは全国民の約80%の人が公的な住宅（写真10-6）に住んでいる。ただし、建物の所有権は99年間でその後は政府に帰属するので、国のレベルで都市開発を計画的に押進めることができるとのことである。実際にちょっと裏通りに入ると、古くなった中国風の長屋が次々と取壊され、新しい都市へと姿を変えているところであった。

赤道直下のこの国はさすがに熱帯の雰囲気、植物園にはランの花や珍しい植物が咲乱れ、市内のメインストリートには背の高い熱帯の樹木が生茂っていた。自由貿易国として発展しているため、街には世界各国の商品が揃っていて、日本の観光客も旅程の最後にここに寄ってショッピングを楽しんでいるようである。

全体を通じて忙しい旅であった。いろいろな所で、いろいろな人と出会い、大変お世話になった。特に幹線道路局やセメントコンクリート協会の方々、さらにはローガンモータウェイ、ウェルズロード、ティートリーロード等の現地で細部にわたって説明して下さった技術者の方々に深く感謝している。

また、旅行中いろいろな物を見る機会が得られた。特にオーストラリアでは珍獣コアラ、エリマキトカゲ、ハリモグラ、ヒクイドリ、フィリップアイランドのフェアリーペンギン等々、ニュージーランドではキウイバード、トウタラ、フラックス（シダの葉の一種でラグビーのオールブラックスのシンボルマーク）等々、普段では本でしかお目にかかれぬ物を見ることができたのは幸いであった。ただ一つ残念だったのは、ついに南十字星を一度も見ることが出来なかったことである。

ニュージーランド・オーストラリア・シンガポール



写真 9-1 カバメントガーデンズの花園、ニュージーランドは丁度花の多い時期であった。



写真 9-2 シープドッグショー、牧童は口笛一つで思いのままに犬を操る。

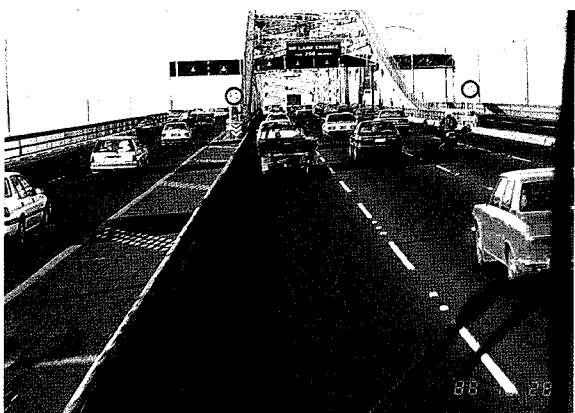


写真 9-3 オークランドのハーバーブリッジ、中央の2車線は時間帯による変更車線となっている。



写真 9-4 ニュージーランドのモータウェイ、牧場地帯を走っている、ほとんどチップシール舗装である。

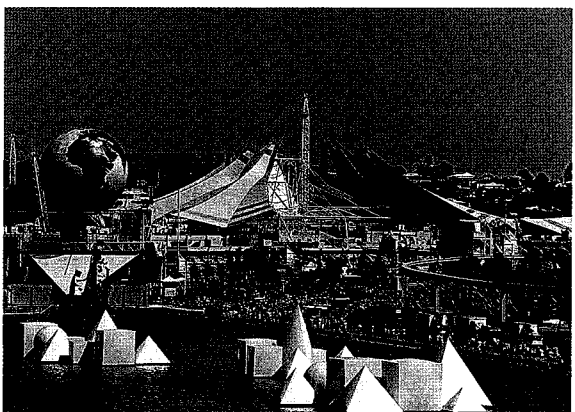


写真 9-5 ブリスベンで開かれていた国際レジャー博覧会の全景。



写真 9-6 各国のパフォーマンス、レジャー博覧会会場の広場では各国の人々がそれぞれの国の歌や踊りを披露していた。



写真10-1 ゴールドコースト、白い砂浜、青い海、素足で歩くと砂が鳴く、今はリゾートホテルやマンションのラッシュである。

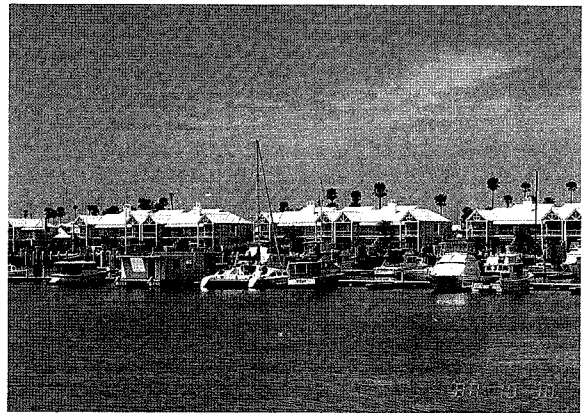


写真10-2 ウォーターフロントリゾート地、ゴールドコーストの近くのリゾート分譲地サンクチュアリーコーブは素晴らしい施設であった。



写真10-3 リゾート地のショッピング街、焼きレンガ風のブロックを使い重厚感を出していた、小路には車が必ず徐行するよう障害物が設置してある。



写真10-4 ホバートの朝市、港の近くのブロック舗装の広場に土曜日になると朝市が開かれる、日用雑貨、果物、パン、ガラクタ民芸品等何でもある。



写真10-5 シンガポールの高速道路、まだ新しい高速道路、中央分離帯にはゴムの木も見られる。



写真10-6 シンガポールの公営住宅、郊外には新しい公営住宅がどんどん造られている、国民の80%が公営住宅に住んでいる。

## VIII. 資 料

|      |                                   |     |
|------|-----------------------------------|-----|
| 資料－１ | 資料リスト                             | 64  |
| 資料－２ | オーストラリアの道路                        | 66  |
| 資料－３ | オーストラリア セメントコンクリート協会の概要           | 73  |
| 資料－４ | オーストラリア・クイーンズランドにおけるローラ転圧コンクリート舗装 | 82  |
| 資料－５ | 加速載荷装置と舗装調査ALF                    | 99  |
| 資料－６ | パグミル型連続混合プラントの舗装工事への応用            | 101 |

## 資料－ 1

### 資料リスト

調査で収集した資料名は下記のとおりである。( ☆ : 翻訳済 )

- 1-1 ☆ AUSTRALIAN ROADS 1983  
Printed for distribution at the XVII World Road Congress (PIARC) Sydney 1983
- 1-2 PAVEMENT DESIGN MANUAL  
Main Roads  
Main Roads Department, Queensland
- 1-3 PAVEMENT BRANCH  
TECHNICAL BASIS FOR THE PAVEMENT DESIGN MANUAL  
Reference : RP 1265  
Main Roads  
Main Roads Department, Queensland
- 1-4 ☆ STRUCTURAL DESIGN OF FLEXIBLE PAVEMENTS  
D. J. ANGELL, B. E., M. Eng. Sci., M. I. E. Aust.  
Engineer (Pavement Design), Queensland Main Roads Department
- 1-5 ☆ MEASURES FOR PREVENTION OF REFLECTIVE CRACKING  
by D. J. ATKINSON  
Pavement Branch
- 1-6 LOGAN MOTORWAY FACTS SHEET 1, 2  
Main Roads  
Main Roads Department, Queensland
- 1-7 THE ROAD BUILDERS JUNE 88  
Main Roads  
Main Roads Department, Queensland
- 1-8 QUEENSLAND ROADS VOLUME 23 NUMBER 3 MARCH 88  
Main Roads  
Main Roads Department, Queensland
- 1-9 SIXTY-SEVENTH ANNUAL REPORT  
Main Raods  
Main Roads Depertment, Queensland
- 1-10 NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION OF AUSTRALIA  
21st NATIONAL CONVENTION  
27 OCTOBER-1 NOVENBER 1987  
ROLLER COMPACTED CONCRETE

Author : L. K. Toppenberg  
Chief Engineer International  
Pozzolanic Enterprises PTY. LTD.

- 1-11 ☆ ARAN ASR 280 SERIES  
ARAN PTY. LTD.
- 1-12 ☆ ARAN TECHNICAL REPORT  
ARAN PTY. LTD.
- 1-13 ☆ INTERLOCKING CONCRETE ROAD PAVEMENTS  
A Guide to Design & Construction  
Cement & Concrete Association of Australia
- 1-14 GUIDE SPECIFICATION FOR CONSTRUCTION OF INTERLOCKING CONCRETE  
ROAD PAVEMENTS  
Cement & Concrete Association of Australia
- 1-15 INTERLOCKING CONCRETE PAVING REVIEW  
Concrete Masonry Association of Australia
- 1-16 BLOCK PAVING REVIEW  
Concrete Masonry Association of Australia
- 1-17 ☆ CEMENT AND CONCRETE ASSOCIATION OF AUSTRALIA  
1988 ANNUAL REPORT
- 1-18 ☆ RCC PAVEMENTS IN TASMANIA, AUSTRALIA  
by David M. Btett
- 1-19 ☆ REPLIES TO QUESTIONS ON RCCP SUBMITTED BY MR. TETSUO OISHI, MANAG  
ER PROMOTION DEPARTMENT, THE CEMENT ASSOCIATION OF JAPAN  
SELETED TECHNICAL REFERENCES FOR RCCP TECHNOLOGY  
John r. Hodgkinson  
Senior Engineer  
Cement & Concrete Association of Australia
- 1-20 CONCRETE • STREET AND • PARKING—AREA PAVEMENT DESIGN  
Cement & Concrete Association of Australia
- 1-21 SINGAPORE CHANGI AIRPORT  
Civil Aviation Authority of Singapore

## 資料－ 2

### オーストラリアの道路

(オーストラリア国道管理局全国協議会編1983年版抄訳)

#### 2.1 道路の現況と将来

国道管理局の仕事は近年ますます増加し、そのプロジェクトの規模と数が増えた。この結果、各種の領域で経験が積重ねられ、安全で効果的な道路システムを経済的に造ることが可能となった。

現在の道路交通のニーズに適合する道路のタイプは、2車線の確保、より広い舗装、広くかつ強力な橋梁、交通の管理および道路の美的な環境との調和である。

##### ① 計画

道路計画は安全で効果的な道路システムの研究とその確定を含んでいる。また、政治的なプロセスから生じるコミュニティの要求事項にできるだけ調和させる必要がある。

計画は現在および将来の道路設備に必要な費用を物理的にも経済的にも考慮する必要がある。

##### ② 道路設計

道路設計は計画で作成された実行プログラムにそって行う。設計プログラムには、ルート選定、道路設計標準の確定、詳細設計の準備、施工標準の確立が含まれる。

道路設計活動は交通調査、事故調査研究、都市計画、環境、水・ガス等の公共ユーティリティーズ、歩道ならびにサイクリング用道路の必要性の調査、必要な用地の確保および用地の調査等がある。近代的補助手段、たとえばコンピュータ、写真測量、電子測定装置等から最適の設計が得られ、正確な総計数字から詳細設計が可能となる。

##### ③ 道路用地の確保

新設道路の建設または既存道路の拡幅には、公共ユーティリティー確保のため道路用地の確保が必要である。国道管理局の設置を定めた法案の基になった法律には、道路工事用土地の確保ができるように定めてある。しかし、この法律には用地確保または使用中の土地については所有者からの請求により、全ての損害に対して完全な補償をしなければならないと定めてある。国道管理局はできる限り土地所有者が土地収用後に経済的なポジションを維持できることを望んでいる。

国道管理局の活動は土地評価局および法律局との共同作業を含み、全ての用地の評価が平等に行われることを確保するものである。

1983年7月30日までの2年間の土地収用費用は\$151百万（全支出の4%）であり、国道管理局により支払われた。

##### ④ 道路建設

道路建設は道路の位置、道路寿命および財源を考慮して、最新の工法で行われてきている。特に強調することは、無理のない費用で最適の施工方法を採用することである。

近代的な機械設備は、良く整った平坦な道路を全ての地方で施工可能にし、さらに、アスファルトとコンクリートの使用は、道路利用者に対して平坦で粉塵の出ない走行路面を造ることを可能とした。

施工には他の多くの関連活動が含まれ、例えば土質、道路構成材料、現場作業員の確保、プラントおよび自動車のための修理場、環境の保全等がある。

1983年6月30日までの2年間に、2車線道路換算で6,250kmの道路が造られ以前は未舗装であった道路を1,915km表面シールを行っている。

全オーストラリアにおける地方道路以外の未舗装道路は、1983.6.30現在で144,377kmである。

#### ⑤ 橋梁

橋梁は道路システムと一体をなす部分で特殊な設計と施工技術を要する。国道管理局は橋梁の建設の設計監督を行い、また時には地方道路担当局の橋梁の設計と施工を援助する。

オーストラリアならびに外国の研究に基づき、NAASRA（オーストラリア国道管理局全国協議会）は、道路橋の諸設計基準を作成した。これらの基準は道路設計に採用する荷重限界あるいは橋梁建設に用いられる各種材料の許容応力限界を示している。

国道管理局により1983.6.30までの2年間で約500の橋梁が完成し、交通供用された。

#### ⑥ 歩行者用のオーバーブリッジ/アンダーパス

歩行者の安全は国道管理局の主要関心事である。研究によれば、残念ながら歩行者は横断に要する時間節約が相当大きくない限り（約25%）、オーバーブリッジまたはアンダーパスを使用しない傾向にある。

歩行者用のオーバーブリッジとアンダーパスの使用については、設置位置と設計が非常に重要である。階段を使用する場合には歩行距離の増加はないが、老人、身障者、乳母車を使用している母親等の要望に階段を調和させることは困難である。これらの人々は安全のために相当な費用を掛けてつくられた設備を使用することに躊躇しがちである。

安全のために行う全ての工事は、安全に関する限界を考慮して、優先順位を適切に判断し、利用できる資金の最良の活用を図ることが重要である。また、そのためにはこれらを完全に研究することが必要である。

#### ⑦ 自転車道路

自転車利用人口が増加したのでサイクリストの安全確保が国道管理局の重要問題となった。サイクリストのために自転車道路を造ることがオーストラリアのいくつかの都市で行われるようになった。その開発には活用できる手段に制限があり、次の3タイプに分類される、

|         |                                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 共有型自転車道 | 同一の道路を自動車と自転車が共有し、特殊標識または舗装マークで規制するものでコストは3,000\$/km                        |
| 制限型自転車道 | 広い道路において通常縁石とパーキングレーンとの間をバリアで分離するか、舗装上に自転車専用のマークを付けるものであり、コストは9,000\$/km    |
| 専用型自転車道 | 完全に自転車用に別途建設した道路。この道路は自動車との衝突を大きく低減することができる。<br>コストは30,000\$/km～50,000\$/km |

#### ⑧ 除雪

スキーが一般的となったので、山岳リゾートへのアクセス道路の除雪が、New South Wales, Victoria, Tasmania州政府道路局の主要活動となった。

道路の除雪には冬季間に除雪プラントのオペレーターに適切な宿舎を確保し、地方で高度が高い場所では効果的な除雪機械を確保する必要がある。

## ⑨ 交通管理

交通管理は、道路管理者にとって安全基準を作成することと同様に、道路に投じられた資本価値が最も効率的に使用されることを図るためますます重要となっている。

交通管制の主な管理設備は電子制御シグナルである。最近オーストラリアで開発された設備のうち、特に New South Wales の SCAT システム (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System) は外国のものと同等かそれ以上である。いくつかの州の国道管理局はコンピュータ制御交通管理システムを有し、交通信号が実際の交通の流れの変化に対応している。コンピュータの最適制御では、交通信号の調節で道路の最大効率使用を図ることが可能である。

もう一つの重要な交通管理の対象は道路標識と区画線である。

統一のとれた表示のデザインをオーストラリア全土で採用するため、オーストラリア規格協会は NAASRA および国道管理局と共同で、オーストラリア道路標識と区画線の規格を作成した。このマニュアルは州政府と地方自治体で道路標識の設計と設置の基準となっている。しかし、統一化のプロセスは遅く、かつコストがかかるので若干は統一のとれていない標識と区画線がある。

## ⑩ 保守

近代的道路システムは資金とコミュニティ・アメニティ（住民快適性）の面で巨大な投資を必要とする。この面の保全を確保するため十分な保守管理が必要である。

既存の道路は古くなってきており、既存道路や橋の利用効率を上げるための効果的に管理された保守システムの作成が、国道管理局の主要な問題となっている。1973年に NAASSR は道路保守、コスト、管理の研究を行い成果を挙げた。この研究は道路保守管理の最近の発展を広く知らせることを目的としたものである。

保守は道路表面や橋梁に限らず、排水溝、道路表示、標識、ガードレール、道路際植樹、小樹木、芝生も含んでいる。

## ⑪ 研究

国道管理局の主要活動は土壌管理と試験および橋梁用の材料試験と管理である。この仕事に関連して多くの研究、試験作業、例えばアスファルト、道路用塗料、道路建設用材料の新規供給源、道路表面の粗さ測定と滑り抵抗の測定、騒音の測定と管理、道路舗装の強度の測定等がある。実地研究は道路・橋梁の建設と保守のあらゆる面に行われて最高の標準を確保し、現在の道路状態に合せるようにしている。オーストラリア道路研究委員会 (ARRB) は、NAASRA によって設立され、道路、道路交通、道路エンジニアリングの調和を目的として研究している。研究は個々の委員会または国道管理局あるいは地区大学がスポンサーとなって行われている。

## ⑫ 景観管理

州政府道路管理局は道路の状態を最も安全な標準に確保することに責任が有るが、さらにこれらの道路を美的に環境と調和させるためのスペシャリストを採用している。この道路を景観の中に融け込ませるという目的を達成するため、道路使用者と道路と無関係のオブザーバーとの双方の観点から計画、建設、保守の各専門家を呼び、作業を進めている。

景観管理技術者（ランドスケーパー）の基本的な業務はエコロジー、環境、美的な要素について勧告をすることであり、景観に対して将来道路が及ぼす影響のアセスメントを行い、これをいかに改善するかについて勧告を行うものである。これらの業務は休憩所、道路際停留所の位置と配置管理、倒木等の処理、土質安定処理、擁壁基礎等の構造物全てについて、道路を景観に調和させることに責任を有している。

### ⑬ 過大寸法および過大重量の車輛の管理

道路使用者の利益と道路自身の保護のため、州政府は法的に嵩高、高さ、幅および荷重について制限を行う必要がある。州政府は各種の国定車輛制限法の下で、他の政府機関と共にこの法律で制限された限界以上の車輛や重量の管理を行っている。この限界を超えた車輛は道路上を通行することが許可されない。ただし、特別なルートについて制限を超えるものの通行が許可された場合はその限りではない。

ある州では、国道管理局の任命した交通監督官がパトロールし、州政府の法律により嵩高、高さ、幅、重量、商業車輛の速度制限の違反を取締まる権限を有している。他の州ではこの権限は他の政府機関で行い、国道管理局では行っていない。

## 2.2 道路の財源

道路の発展と同様に、道路資金の確保には、罪人により建設された時代から始まり発展してきて、現在では、税金によって資金確保されている。主要な収入元は州政府の各種税金で、その内の相当部分が地方政府のために使用されている。初期の収入を確保するものとして、通行料の形で現場において有料の道路や橋に広がった。19世紀に入り、道路工事の資金はほとんどの州ならびに地方政府の税金により賄われるようになった。

連邦の時代となり、税金の徴収法が変化して州政府に道路工事の資金を用意することが重荷になってきた。

1926年2月に首相によって議会が開催され、道路に対して連邦政府の援助を検討することとなった。この議会で連邦政府は工事鉄道大臣が代表となり他の州は首相が代表となった。連邦道路援助委員会が発足し、これに連邦政府は、10年間に\$40百万（£20百万）を道路のために用意することが承認された。

連邦政府の援助システムは変化し、現在では法律により州と地方に用意されている。1981.7.31から1983.6.30の会計年度の期間の資金援助は

- \* 道路補助金法1981

- \* 道路補助金修正法1983

によっている。

これらの法律は国道と地方道路の建設と保守の援助、主要道路の建設に資金援助を行ってきた。この法律による援助は1981/1982では\$658百万、1982/1983は\$734百万であった。

法律による資金援助には若干の制限がある。例えば、支出は承認を受けたプログラムにとどまり、連邦政府の支出金は州によってその年度に支出しなければならないことである。年度内支出の条件は、州または地区に支払われた金はその州または地区でその会計年度の6月迄に使用しなければならないというものである。しかし、承認を受けたプロジェクトでは、6月以後に残して置くことが許されるが、残金はその年の12月31日迄に支出しなければならない。この理由でどの会計年度にも前期からの繰越し金が含まれている。繰越し金と承認された期間に、すなわち7/1から12/31に使用されなかった金は連邦政府に返却しなければならない。

道路補助金法により経済的な援助をする外に、連邦政府はオーストラリア道路開発200年プログラム(ABRD)を発表した。このプログラムには、自動車用ガソリンとディーゼル油に掛けられた上乗せ税による基金が造られており、\$25,000百万以上の支出を含んでいる。これはオーストラリアの道路網の高級化を1988年（オーストラリアの建国200年）迄に行うことを目標としている。

上乗せ税は1982/1983では、1セント/ℓで1983.7.1に2セント/ℓに増加される。これは、1988.12.31に終了する。この上乗せ税によって挙げた収入は道路用に特別に指定された基金に入れられ、\$180百万、その後\$430百万が毎年支払われる予定である。

州または地区は、各種の道路補助金法による基金と同様、ABRDのための基金について連邦政府が特に指定するプロジェクトに対して基金の指定を受けねばならない。

各州と北部地区により用意される資金は各種の資金源からくる。

- \* 自動車免許税または領収書
- \* 州ローン繰越し金
- \* セミガバメントローン繰越し金
- \* 通行料金
- \* 州車輛制限法の罰金、ある州では石油フランチャイズ税

#### 災害費

連邦政府が予期しない災害と認定した件については、国道管理局に援助を行う。この予期しない災害は、州が最大限に資金を出し、連邦政府の特別補助金が各州の上限を超えて利用、援助されるようにしなければならない。

### 2.3 道路の費用

国道管理局は公共にサービスしている他のビジネス組織と同様にインフレーションとコスト上昇の影響から逃れることは出来ない。過去2年間（1981.7.1-1983.6.30）道路資金に対するインフレーションの傾向は続いていて、基金の価値を減少させ、計画した基本的な建設工事を縮小させた。

この期間に州国道管理局は\$3,661.2百万を道路システムに使用した。この内\$2,805.6百万が地方道路以外で用された。

新設と再建設工事が支出の主な部分を占めて約56.1%で、保守と小規模改良工事は約22.4%である。残りの19.7%は計画と調査、ローン支払、行政その他各種費用に使用された。全道路に支出された費用の総額は、各年の各国道管理局毎に次頁の表に示してある。

資金の不足と道路建設のますます増加するコストにより、交通管理方法は短期間の対策が重要となってきた。しかし、これは改善された主要道路の建設を代替するものではない。主要道路は現在の道路工業が利用できる基金の性質よりもっと高度なものが必要である。

現存の主要道路システムは限界にきていて、多くの都市道路では道路交通がその目的には適していない住居地域道路にまで拡大し、各コミュニティの間で衝突が生じている。1983.6.30までの2年間で国道管理局は\$141.8百万を交通管理に使用している。

各州政府の政策により国道管理局は地方および都市状況でのフリーウェイの計画を行っている。過去の2年間の支出は\$306.2百万であり、政府全支出の8.4%である。

地方政府の道路建設の資金は、主に次の二つの財源から確保している。

- \* 国道管理局基金
- \* その自治体の独自の収入、例えば土地税

1978.7.1-1981.6.30の間に地方政府が国道管理局基金から支出した額は\$684.7百万で、先に述べた国道管理局が支出した額を含んでいる。

国道管理局の支出 1981.7.1-1983.6.30

(地方政府の支出含む、ただし支出は国道管理局の資金に加えられるもの)

数字は1981/82の実績と1982/83の推定を用いてある。

| \$m                  | DMR<br>NSW | CBR<br>VIC | MRD<br>QLD | HD<br>SA | MRD<br>WA | DMR<br>TAS | DTW<br>NT | DTC<br>ACT | TOTAL  |
|----------------------|------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-----------|------------|--------|
| (1) 新設               | 659        | 429.8      | 404.7      | 138.1    | 221.9     | 120.3      | 62.5      | 16.8       | 2053.1 |
| (1) 保守               | 337        | 155.0      | 147.1      | 85.4     | 89.3      | 24.8       | 35.4      | 13.1       | 887.1  |
| (2) 各種事業             | 301        | 220.3      | 63.7       | 31.0     | 67.2      | 22.6       | 15.2      | (3)        | 721.0  |
| 合 計                  | 1297       | 805.1      | 615.5      | 254.5    | 378.4     | 167.7      | 113.1     | 29.9       | 3661.2 |
| (4) 地方政府<br>SRAs 基金分 | 282        | 224        | 49.1       | 28.2     | 81.9      | 17.8       | 1.7       | 0          | 684.7  |
| (4) 自然災害             | 0          | 8.8        | 1.7        | 0        | 1.8       | 0          | 0         | 0          | 12.3   |

(1) 自然災害含む

(2) 行政、計画、調査、ローン支払、利子等

(3) DHC ACTの行政支出は建設保守に含む

(4) SRsの基金による地方政府の支出と自然災害の支出は上記建設と保守に加えた

[参考表：IRF 1988年統計による道路の現況]

| 国 名     | 道路延長<br>(km) | 舗装率<br>(%) | 人 口<br>(千人) | 国土面積<br>(千km <sup>2</sup> ) | 自動車<br>保有台数<br>(千台) | 道路密度<br>(km/km <sup>2</sup> ) | 千台当りの<br>主要幹線道路<br>延長 (km) | 保有台数<br>(台/千人) |
|---------|--------------|------------|-------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|
| 日 本     | 1,127,406    | 59.9       | 121,786     | 378                         | 47,978              | 2.98                          | 1.05                       | 394            |
| オーストラリア | 852,986      | 49.8       | 15,852      | 7,682                       | 8,710               | 0.11                          | 4.54                       | 575            |
| アメリカ    | 6,283,054    | 55.0       | 239,395     | 9,363                       | 171,690             | 0.67                          | 4.23                       | 717            |
| イギリス    | 348,344      | 100.0      | 54,743      | 230                         | 19,913              | 1.51                          | 0.76                       | 360            |
| フランス    | 804,765      | 95.0       | 55,500      | 551                         | 24,656              | 1.46                          | 1.41                       | 444            |
| 西ドイツ    | 491,240      | 99.0       | —           | 249                         | 28,588              | 1.97                          | 1.39                       | 468            |
| イタリア    | 301,307      | 100.0      | 57,202      | 301                         | 24,300              | 1.00                          | 2.12                       | 427            |



## 資料－ 3

### オーストラリア セメント・コンクリート協会の概要

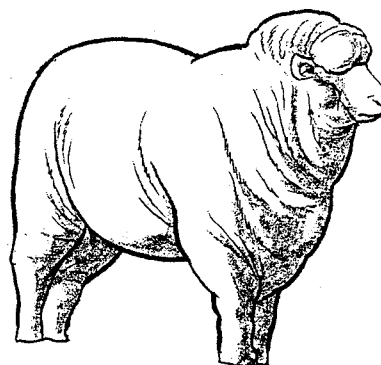
#### 3.1 組織と活動

- \* オーストラリアセメント・メーカー各社の参加による非営利団体である。
- \* 運営資金は各メーカーの拠出金による。
- \* 各州の州都に支部、図書館を置き、各種専門家が建設業や他のセメント・コンクリート利用者に技術的アドバイス、情報を提供している。
- \* その情報源としては技術情報の国際的な交換、国内のスポンサーによる研究、職員による幅広い実用的経験等に基づいている。

#### \* 会員会社

Adelaide Brighton Cement Ltd  
Australian Cement Limited  
Blue Circle Southern Cement Limited  
Cockburn Cement Limited  
Goliath Portland Cement Company Limited  
Mainland Cement Limited  
Kooragang Cement Division  
Sunstate Cement Limited  
Swan Portland Cement Limited  
Queensland Cement Limited  
Central Queensland  
Cement Pty Ltd  
North Australian Cement Ltd

- \* 協会の組織は、全国の本部および地区事務所から成る。



### 3.2 セメント、生コン需要状況

セメント（1987/7～1988/6実績）…6,750千ton（前年比105%）

生コン（同 上）…15,000千m<sup>3</sup>（前年比110%）

### 3.3 具体的活動状況

同協会はセメント、コンクリートに関する建築、土木の各種工法、製品の普及活動に積極的に取組んでおり、同協会発行の年報の活動報告には次のような項目が記載されている。

#### 3.3.1 ビル建築

オーストラリアの建設需要は居住用、非居住用を問わず好調で建設労働者（熟練工、半熟練工）の不足に悩んでおり省力化のための工法、部材のプレハブ化が進んでいる。

特に床、壁のプレキャスト・コンクリート、チルト・アップ工法の採用が進んでいる。

##### イ) 構造用コンクリート

強化プレストレス・コンクリート…各種の多目的ビルの躯体

高強度コンクリート…コンクリート・ポンプの開発による高層ビルへの打設増加（200m）（612kgf/cm<sup>2</sup>）

これらの推進のため、協会はスチール・レインフォースメント・プロモーション・グループ(SRPG)と共同でコンクリート構造材のPRを強力に推進している。

- \* 米国高層コンクリート・ビルの第一権威者を招いての講演会
- \* ロングスパン・コンクリート・フロア（16m）の設計ガイドの出版、配本
- \* 同上の価格研究の後援
- \* その他セミナーの開催、雑誌の出版

現在メルボルンで建設中のシェル・ハウスは優れた省力化建設技術を採用している（テーブル・フォーム、固定型枠の役割を果たすプレキャスト・コンクリート・クラディング、型に入れる前の鉄筋の事前組立て）

##### ロ) プレキャスト・コンクリート(PC)

幾つかの州では型枠のコストの上昇により固定型枠としてPCの使用が増え、建物全体にもPCが多く利用されている。

シドニーにはPC部材を広範囲に使用している二つの多段層オフィスビルがあり、一つは機械室と特殊階を除き、もう一つは完全にPCである。

同市街地には建設中と設計中の二つの商店街があるが両方にPCが広範囲に使用されている。

押出中空壁板の使用はNSW地区で主に商工業ビルで300千m<sup>2</sup>/年に伸びた。同様な製品工場がビクトリア州で2～3カ月の間に幾つか出来る予定だ。

人造石パネル（優れた外観を持つPC）はシドニー、メルボルンにある評判の良い高層ビルのおかげで需要が喚起された（高品質磨仕上げ）

砂岩と似たPCパネルはメルボルンのコンペション・センター他で使用されている。

関係出版物の発行、それに関する数々の関係セミナー、昼食会の開催が設計者向に行われた（PCエネルギー/コスト/効果、ビル外観－協会発行）

##### ハ) チルト・アップ工法

同工法は全ての州で増加しているが採用したビルは箱型的な感じから開放されている。

ビクトリア州では同工法による壁が1,000千m<sup>2</sup>/年以上にもなっている。この市場開拓の為、協会はビクトリ

ア州の労働省、建設業と協力、同工法の施行基準を作成した。

ビクトリア州職業健康安全法に取入れられた後、一連のセミナーを通じ他の州もこの基準の受入れに関心を示している。

ビクトリア州ではリッチモンド、ポートメルボルン等で住宅関係でも多く採用されている。

### 3.3.2 住宅

新しい住宅建設の75%はコンクリート・フロアを採用している、残りはほとんどがスラブを置くのに不向きな傾斜地の現場のようだ。

コンクリート・フロアに関する優位性のPRはBHPの支援を受けて東部の州で行われ、また、コストに関しても信頼性のあるガイド・ブックが作成された。

シングル・リーフ・ウオール、サスペンデッド・コンクリート・フロアに関してはモデル・ハウスがC&CAA、およびCMAAの融資によって建設（ブリスベーンの南西アルジェスタ）された。

同ハウスの全ての内壁に人造石が張付けられ、下塗された外壁は浮出しのアクリル仕上げとなっている。

これは特に価格がブリック・ベニアをやや上回る程度でしかもその堅固さ、静粛性、快適性、転売価格の優秀さにより相当の関心を集めた。

同様な企画の可能性が他地区でも検討されるべきであろう。

石造建築や他の建築方法の発達が書かれた幾つかの公文書が協会より発行された。

### 3.3.3 農場建設

協会は農場団体に対し、セメントとコンクリートに関する一連の情報を提供しているが、幾つかの強調される点は、農場用地の数々の舗装地区のソイル・セメントの使用である。タスマニア州の農林省の酪農研究所の構内道路は、この方法によってうまく舗装された。野外施工（クレッシイ・リサーチ・センター）した事例に続いて行われたW.オーストラリアでは、オーストラリア最大のウール展示会の前に『羊舎用セメント・ソイル』という小冊子を郵送、その結果ショーの間、協会の展示場には多くの質問があった。

この結果、最も関心の高かったセメント・ソイル舗装は、800㎡の屋内飼育場に応用された。

### 3.3.4 土木工事

オーストラリアの土木工事は過去12ヵ月は下降した。しかしながら、長期間では人口の増加（特に移民の増加）が新しい社会基盤整備（例えば、新しい住宅）の必要性を招くだろう。

問題は新道路債の実質的低下である。増加する交通量、特にトラックの交通量の増加はオーストラリア内の道路網にとって多くの負担となっている。将来における道路建設債の実質的増加は絶対に必要である。

### 3.3.5 コンクリート道路

幹線道路（州道路局の管理下にある）のコンクリート舗装は他州に比べNSWが多い。NSWにおける最重要プロジェクトは、1989年完成目標のシドニー〜ニューキャスル・フリーウェイ15.5kmの延長工事である。

この一部2車線、一部3車線の自動車道路は勾配のない連続的な強化舗装となっている。

キャンベラ/ゴールバーン地区のフューム・フェデラル・ハイウェイのコンクリート舗装の数区間は昨年完成した。クィーンズランドでは幾つかの限定された例があるがビクトリアではコンクリート舗装に替わるものがRCAより提供されている。

これは現段階では初期投資の面で他の建設方法が優先されることによる。都市道路計画（1986年より開始）は有効な成果を挙げつつある。

セミナーが幾つかの地方自治体管理局で行われた。

ロータリー式交差点が興味を集めている。5 地方事務所当局者が10以上のロータリー式交差点を建設した北部NSWのクインズランド支部により研究団が組織された。

『ロード・ノート』のある号でこれらの特集を組み、写真の展示がカーンズの地方局技術協議会で使用するためまとめられた、さらに他のイベントにも利用されている。

ロータリー式交差点の利点の一つは左右に曲がろうとする車によって生じる『raveling』『shoving』の起きないことである。

### 3.3.6 ローラ転圧コンクリート(RCC)

RCCは単純な道路でシェアを伸ばしてきている。

ビクトリア州のオーストラリア・セメント社のギーロング工場における試験舗装は道路建設局がモルチアロックのウエルズ・ロードの4 kmで使用する動機となった。

また、アルトーナのコンテナヤードにおいても使用された。

その他のRCC舗装はホバートとブリスベンで施工されたが他の地区でも興味をもたれている。

オーストラリア・セメント社はRCCに関する有名な専門技術者Oswin Keifer氏(US Corps of Engineers)の訪豪を援助した。

同氏はNSWとビクトリア州において、RCCPについて講演し、幹線道路局(NSW)、道路建設局(ビクトリア)で検討会を行った。

### 3.3.7 セメント安定処理

セメント安定処理の将来における重要な二つの展開は；

- \* 新しいNAASRA舗装設計ガイドに初めてセメント安定処理材料の仕様が含まれたこと
- \* 歩道に関する新しいARRB設計ガイドが路盤がCBR 3 %以下の場合には常に路盤の安定化を推奨していること。

ビクトリア州のRCAは全ての交通量の多い主要道路建設にセメント安定処理を取入れている。

損傷したフレキシブル舗装のリサイクルは道路の再建設に比べ安上りなため、人気が上がっている。この活動を支援するためリサイクルについての新しい技術マニュアルが作成されている。

NSW、クィーンズランド州の数々の中心地で定期的なセミナーが開催され、カウンスル・エンジニアに安定処理促進を依頼、ビクトリア州で成功している。

北部運輸建設省の道路課の方針がとりまとめられた。

### 3.3.8 インターロッキング舗装 (ILB舗装)

オーストラリアのコンクリートメーソンリー協会の新しいILB舗装のマニュアルが1987年8月のパースでの全国地方技術会議で発表となった。

これはILB舗装についての情報の要約を盛りこんでいるし、重ILB舗装のコンピュータによる設計『ロック・ペープ』のソフトウェアが用意されている。

このマニュアルはこの種のコンクリート舗装が昨今の競争激化に対応できるように考えられていて、全州においてCMAAが開催したセミナーの課題となっている。

### 3.3.9 鉱業

セメントの新しい重要な利用法は金製錬における発達である。

グレードの低い原石の中の金を取り出すために一般的に用いられる方法は原石を積上げてこれに青酸ソーダの溶液を浸透させて金を取りだす。

この技術を成功させるには積上げた原石に一定の有孔性を持たせることであり、そのためには少量のセメントで前処理することによって可能となる。

協会はWAにある金山でこの技術の使用を公表してきており、さらに広範に使用されることを求めている。

セメントは数々の州でこの堆積/浸出プロセスに利用されている。

### 3.4 研究、規格、教育

#### 3.4.1 研究

セメントとコンクリート技術の研究はセメント・コンクリート研究協会を通じセメント業界により支援されている。

今年1年間に完了し、報告が受理されたプロジェクトはビクトリア州のスインパーン技術学会によって行われた舗装路盤のセメントと石灰石を使った安定化の研究と、NSW大学のGBフィールド博士の呼吸障害におけるセメント・ダストの影響についての文書研究の二つを含んでいる。

- \* 安定化のプロジェクトは設計厚の範囲内でセメント/石灰安定処理層を組込ませる手順を発展させた。

これはメルボルン周辺やオーストラリアの他の地区で見られる玄武岩性粘土に応用でき、数々のプロジェクトで試された。

- \* セメント・ダストと呼吸障害についての研究は、他物質が空気中に多く存在していたとき起こる影響と何ら変りないことを示している。

現在取組んでいるプロジェクトは次のようなものである。

- \* 混合セメント・ペーストの形態の研究を国立ビル技術センターが行っており、このようなペーストの細孔構造についての情報を生んでいる。

これはコンクリートの耐久性に関連している。

- \* コンクリートにおける塩化物イオンの拡散、および鉄筋の腐食の拡大についての研究も同センターによって行われている。

- \* 生コンの凝結遅延に関する研究が南オーストラリア技術学会によって行われている。

これは高温度域における生コンの打設に使用出来る。

凝結時間を伸ばすための適切な遅延剤の使用量の情報提供を目的としている。この他にもメンバー企業の研究室で二つの研究が行われている。

これはセメント性状をセメント基準規格に取入れられる耐収縮、耐硫酸塩のための開発テストを目的としている。

#### 3.4.2 規格

今年3月、多年に渡る委員会活動を経てオーストラリア規格はAS3600コンクリート構造を発表した。

協会スタッフはオーストラリア全土で開催された規格に関するSAセミナーで説明を行った。来年初めに出版予定の『規格に関する解説』の作業が続けられている。

#### 3.4.3 教育

協会は独自のものだけでなく他の協会、組織の計画にも参加させることにより教育を実施している。

NSW、クインズランドでは建築家を巻き込んだ形の新方式がとられ、NSWではNSWの一支部であるRAIA実践セミナーにおいて、協会スタッフによる討論方式がとられたし、また、コンクリートメーソンリー協会との結付きからRAIA年次会議がこの開会を後援する形であった。

以前この会議に参加した人々は内容に失望していたが、現在は次年度に向け解決策を模索中である。

今年度開催された各種セミナー、研究コースは次のようなものである。

|              |      |
|--------------|------|
| 建築におけるコンクリート | 6 件  |
| コンクリート工学と実践  | 56 件 |
| 道路と舗装        | 28 件 |
| 産業用の床面と舗装    | 4 件  |
| 住宅におけるコンクリート | 14 件 |
| 構造用コンクリート    | 23 件 |

その他、協会のスタッフが年間を通じ各会議に論文を発表しているが、主な物は次の通りである。

オーストラリア道路研究評議会年次会議

建物測量士技師協会年次例会および総会

国内生コン協会年次会議

都市計画技術者年次会議

ガラス繊維補強セメント協会年次例会

毎年開催されている腐食対策協会年次会議で前年発表された論文の内、最優秀のものを表彰している。

1987年度は『コンクリート建物におけるスチール補強材の腐食』であった。

#### 3.4.4 技術報告および論文

この一年に発表されたものは次のようなものである。

|                                                                        |                |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|
| *Durable Concrete Masonry                                              | R.J.Potter     |
| *Performance of Cement-Bleeding, Water Demand and Premature Stiffening | S.Guirguis     |
| *ISO-CEN Mortar Versus Concrete Strength                               | S.Guirguis     |
| *High-Strength Concrete                                                | R.S.Choy       |
| *Efflorescence in Concrete Masonry                                     | D.R.Buchnan    |
| *Efficient Concrete Construction                                       | R.S.Choy       |
| *Background to Design for Durability in AS3600                         | R.J.Potter     |
| *Formwork-Loading and Structural Design                                | R.J.Potter     |
| *Corrosion of Steel Reinforcement-Past, Present, Future                | S.Guirguis     |
| *Fly Ash, Slag and Silica Fume-Application in Pavements                | J.R.Hodgkinson |

ISO-CEN Mortarに掲載された論文によれば、ISO-CEN Mortarテストとコンクリートテストの間に強い相関がある。

しかしながら、その相関係数はその都度使用される個々のセメント、コンクリートについて決定する必要がある（例えば、水・セメント比、配合設計、骨材の種類等である）

Hi-Strength Concreteは現在問題となっている技術の集大成であり、これによりオーストラリアのこれまでの経験も知ることができる。

この中にはオーストラリア研究組織により実施されている関連した研究計画のリストも掲載されている。

#### 3.4.5 出版物

季刊紙「Constructional Review」は協会の代表的刊行物であり、発行部数は5,000部である。コンクリート

およびコンクリート製品に関する記事を主としている。

今年の記事は

- ・キャンベラの新議事堂とその取付け通路に関する論評は、コンクリートの使用量拡大に寄与するものである。
- ・Lake Ginninderra高校、シドニー警察センター、クイーンズランド博物館など高品質コンクリート仕上材に対する要望の高まりを示すものである。
- ・GRC（ガラス繊維補強セメント）については、広範囲な応用例が述べられており、ブリスベーンにあるCSRハウスは、十分にその内容を評価されたものである。
- ・メルボルンのNational Tennis Center;  
南メルボルンのWestgate Freeway Bridges;  
西オーストラリアのMandurah Estuary Bridges;  
ブリスベーンのRiverside開発;  
40階建のオフィスビル;  
これら各々についても論評がなされている。

その他、1年間に発行された刊行物は

「Road Note 27」

「Concrete Revitalises Ballina Street (PR 3)」

これらはNSWのロータリーとかTamar Streetを建設する際にコンクリート舗装を使用することについて記載している。

「Design Guide for Long-Span-Concrete Floors (T36)」

この技術マニュアルは、スパンが16mまでの全てのコンクリート床に関する広範囲なデータが示され、またコストの比較、見積りが可能となるように資材の使用量について記載している。

「Precast Concrete-A Selection Guide for Surface Finishes (G64)」

この中では、プレキャストコンクリートのあらゆる仕上げ技術について記述、図解している。

さらに関連する多くの企業組織に代って、当協会が刊行物など製作、出版したものもある。

#### 3.4.6 宣伝、公告

出版物に対して高い評価が得られるように、建設産業のあらゆる分野に配布される様々な出版物に対して、当協会はその編集材料を提供している。

新聞を発行しており、前述の種々の催物や陳列、そしてセメントとコンクリートの使用方法是協会の活動について報道している。

また、次の催しを実施した。

##### ・CMAA優秀賞

2年毎に開催されるCMAAの会議期間中に展示されたものの陳列物の中の最優秀なものに与えられる。

##### ・コンクリート建設物写真の陳列

最近のコンクリート建設写真、特に建設のスピードを強調したものについてLong-Span Floorsセミナーで陳列した。

##### ・コンクリートビルディング写真の展示

International Construction and Housing Conference、Surfers Paradiseに展示した。

更に、今年作製したスライドは次のようなものである。

- ・「Hume and Federal Highways」

主要ハイウェイの新工区に使用されているコンクリート舗装について

- ・「Richmond Airforce Base」

リッチモンド空軍基地の重荷重舗装について

#### 3.4.7 関連組織

- ・CIA(The Concrete Institute of Australia) オーストラリアコンクリート協会

CIAは、官民の組織とデザイン専門家、請負業者とその協力者により派遣された人材から構成された独立組織である。

コンクリート工学と実際の施工について広い角度から議論を展開する公開討論会などを実施している。

CIAは「オーストラリアにおけるコンクリート建設200年」と題した200年記念出版物を出すとか、7月シドニーで開催される“Concrete 88 Work Shop”の主催側団体1つとしてその運営に力を注いできた。この国際会議は、フライアッシュ、スラグ、シリカフェームその他のシリカ系物質をコンクリートに使用することに対する研究会議である。

当協会(C&CAA)はCIAの活動を拡大するため行政上の、また資金援助をしている。さらに会員数を増加させる援助とか、CIAに代って“CIAニュース”“技術四季報”など製作し配布している。

- ・SRPG(Steel Reinforcement Promotion Group)スチール補強振興会

建造物に対し、コンクリート構造を促進するための活動を目的としている。当協会の強力なバックアップで雑誌「Australian Concrete Construction」が発行された。

また、強化材専門家の教育とか強化材を使用することの有効性の宣伝活動などがある。

当協会はSRPGに代って“Reinforced Concrete Digest”5,000部を作製、配布している。この中で①Perthの48階R&Iタワー②メルボルンの53階Brouke Placeプロジェクトは、コンクリートフレームビルについて迅速で経済的な建設を達成できる技術に焦点を当てている。

- ・CMAA(The Concrete Masonry Association of Australia) オーストラリア・コンクリートメーソリー協会

CMAAが最重点を置いているのは、壁面施工である。

これは「Housing Walling and Blockwork」の会議で集約したものである。米国コンクリート・メーソリー協会の「壁面施工の促進計画」、協会スタッフの「メーソリー壁面の課題」など演説や論文を通して強い感心がもたれた。また、CMAAは建築専攻の学生による“メーソリーコンクリートの特性”についてデザイン競技会を開催して(15の学校、25人が選考された)認識を高める努力もしている。

- ・NRMCA(National Ready Mixed Concrete Association) 国内レディミクストコンクリート協会

NRMCAとの協力関係は、NRMCA国家協議会および国家技術委員会があり、双方に代表者を送り強化をはかっている。

また、NRMCAの年次会議は1987年10月にSufers Paradiseで開催されたが、そこでは新しくConcrete Structureの標準が提示されるなど実施されている。

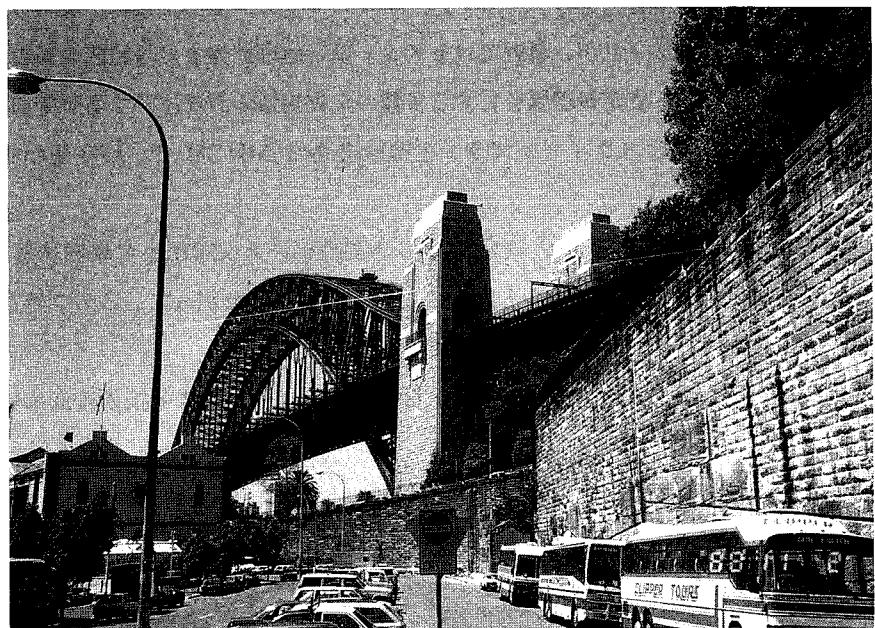
- ・PCMA(Precast Concrete Manufacturers Association) プレキャストコンクリート製品協会

PCMAは会員数の倍増と活動のレベルアップをはかるなど進めている。例えば、ハンガリーからプレキャストコンクリートエンジニアであるG.Fogarasi博士の訪問を当協会との協力で要請し実施された。

また会報“Precast”を当方にて作成・供給する仕事を続けている。

以上、関連する産業組織との協力であるが、コンクリートおよびコンクリート製品の使用促進する上で益々重要となっている。

例えば、近年SRPGグループとの協調は教育、宣伝、プロジェクトなど具体的な活動が進められ、さらに関係拡大が図られようとしている。



シドニーのシンボル ハーバーブリッジ

## 資料－４

### オーストラリア・クイーンズランドにおけるローラ転圧コンクリート舗装

H.W.Murphy著：オーストラリア、クイーンズランド州幹線道路部建設技師

#### 概 要

最近数年間にクイーンズランドで建設されたハイウェイ舗装の大部分は、少くとも一層はローラ転圧コンクリート(RCC)で造られた（一部はセメント安定処理路盤CTBとして）。

RCC層を取入れた舗装構成の開発は、コンクリート技術の修正よりもむしろソイル安定処理から発展してきた。

セメント安定処理は、低品位骨材を利用する目的および水はけの悪い現場での舗装向けに、1961年クイーンズランドで開始された。

1978年以降、構造設計手法に基づく舗装設計曲線が適用されたが、それはセメント結合材料の優れた荷重分散能力を認識させた。さらには、プラントミキシングおよび舗装技術の進歩ももたらされた。これらの開発はCTBの使用拡大をもたらしたが、これは現在米国で展開しつつあるRCCとほとんど同じものである。

全層または一部をRCCとした舗装は、他の構造と比較して非常に経済的であるということがしばしば証明されてきた。

本報告はクイーンズランドにおけるRCC舗装の設計と施工の発展、最近使用されているプラントと施工方法およびRCCPを評価し、派生した諸問題を克服するべく着手し、または進行中である研究について述べる。

キーワード：骨材、セメント処理路盤、締固め、弾性係数、曲げ強度、舗装、舗装設計、ローラ転圧コンクリート、非拘束圧縮強度

#### 緒 言

20年来、オーストラリア・クイーンズランド州でセメント安定処理が使用されてきたが、それは初期には下層路盤材料の改良であったが、最近ではセメント安定処理路盤または路床の構造としても使用されている。

1978年、セメント安定処理層を有する多数の実在舗装の評価に関する研究および代表的な舗装構成に関する構造的な応答解析によりクイーンズランド幹線道路局(MRDQ)で、現在使われている舗装設計曲線が開発された。

MRDQ舗装設計マニュアル「(1) セメント処理ベース(CTB)」に準拠するセメント安定処理材料は米国で使用されている転圧コンクリートと近似のようである。したがって、このプラント混練CTBは本報告ではローラ転圧コンクリート(RCC)として記述する。

舗装設計手法の導入ならびにプラント混練および舗装に関する技術改良は舗装建設でのRCCの使用拡大をもたらした。

全体または部分的にRCCで建設された舗装はしばしば他の施工形式によるよりも経済的になることが証明されている。

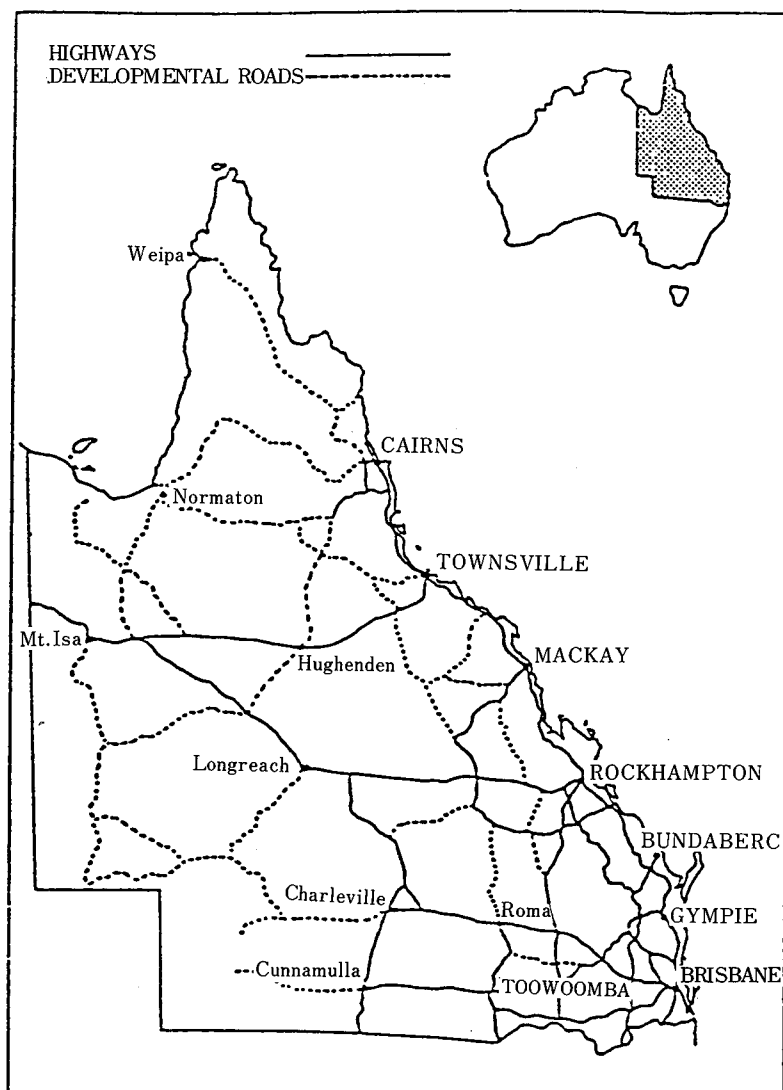


Fig.1 Highways & Developmental Roads of Queensland

## 環 境

ブリスベーンを首都とするクイーンズランド (Fig. 1) は熱帯ないし亜熱帯気候である。平均年間雨量は沿岸地帯では1,000～3,750mmであるが、州西部では250mm以下である。凍結融解作用は全く経験がなく、年間の気温変動範囲も一般的に大きくない。雨期は夏季に来て、その期間沿岸クイーンズランドは深く水びたしになるのが普通である。

州は面積17,700百万km<sup>2</sup>、人口2.5百万人、道路は総延長162,000kmで、そのうち41,000kmがクイーンズランド幹線道路局(MRDQ)の管轄である (Fig. 1)。

大人口集中地から遠い郊外の道路は比較的軽交通 (一般に2,000台/日以下) であるが、人口集中地帯における交通量は30,000台/日に達している。輸荷重は過去10年間着実に増大してきている。

最近に至るまで、郊外の舗道は砂利または碎石のサブベースとベースとから成り、ベースはビチューメン表面処理されたものであって、アスファルトコンクリート表層は大人口集中地域とその周辺に限って用いられている。

表-1 工事サンプルにおける舗設材料の使用

| 材 料            | 舗 設 量<br>( $\times 1000 \text{ m}^2$ ) | 使 用 率<br>(%) |
|----------------|----------------------------------------|--------------|
| RCC            | 378                                    | 30           |
| 粒状材料 (碎石または砂利) | 855                                    | 65           |
| アスファルト         | 63                                     | 5            |

## ローラ転圧コンクリートの利用

RCCは新規建設および既設道路の維持補修に用いられる。

新設ではRCCは、アスファルトコンクリートまたは碎石ベースの下のサブベースとして、また、ビチューメン吹着け表面処理する全厚舗装として用いられる。

補修工事においては、RCCは既存のたわみ性舗装上のオーバーレイに使用されてきた。時には現場でセメントにより安定処理されることもある。いくつかの例では、RCCは旧コンクリート舗装の上に250mm厚のオーバーレイとして使用された。

1978年以来、RCCの使用が劇的に増大した。主として1984年および1985年に施工された69工事 (600レーン・km) のサンプルで使用された舗装材料の使用量解析は表-1に示すような統計を示している。

この統計は、ハイウェイおよび都市幹線道路に関するものである。RCCは規格分類が低い方に属する道路では稀にしか使われない。中ないし重交通で弱い路床に適用する場合に最も経済的であることが判明した(表-2参照)。現在施工中または最近完工したRCC使用の主要プロジェクト数例は次の通りである。

- (a) Bruce ハイウェイ (Beerburumバイパス) -27km、4レーン  
 -舗装は次のものを含んでいる。
  - (i) 表面ビチューメン処理の全厚RCC72レーン・km
  - (ii) RCCサブベース上の碎石ベースにアスコン表層32レーン・km
- (b) 南東フリーウェイ、Brisbane-16km、4レーン  
 RCCサブベース上にアスコン
- (c) Gateway幹線道路、Brisbane-40km、主として2レーン  
 RCCサブベース上にビチューメン表面処理の碎石ベースまたはRCC上にアスファルト
- (d) Bruceハイウェイ (Calliope川-Larcon山) の強化、  
 Rockhamptonの南-27km・2レーン  
 表面ビチューメン処理した全厚RCC

RCC舗装は次のような長所を有する。

- (a) 処理なし碎石または砂利ベースよりも水の影響に対して鈍感である。
- (b) 現場外での混練可能、かつ、急速敷均し、締固め可能、従って施工期間中の降雨の影響が少くなり、交通と貨物通運のとどこおりを最小限にする。
- (c) 比較的に薄層であるため都市部における利用サービスの妨害を避けられる。
- (d) 温度に対して鈍感である。
- (e) 経済的である。例えば、BrisbaneにおけるRCCの現場コストはアスファルトの約1/3である。

RCCの短所は次の通りである。

- (a) 収縮クラックの問題がある。
- (b) 全厚RCCの場合、良好な走行面を実現するには熟練と注意が必要である。
- (c) RCCの出来ばえは、設計あるいは施工の欠陥（例えば層厚および締固めの欠陥）に比較的鋭敏であって、このような欠陥は修復が困難で費用のかかる疲労クラックを早期に発生することになり得る。
- (d) RCCのサービス面での挙動についてまだ未知なことが多くある。

前述した長所の故に、また実際深い浸水があるために、Brisbane首都地区（および一部の地方都市）におけるMRDQによる道路建設の多くはRCCサブベース上に75～125mmのアスファルトコンクリートの構成となっている。

田舎地区では、洪水による水びたしあるいは地下水の浸透があって、特に道路排水が困難であることを条件としてRCCが使用される。

### 舗装の典型的なコスト

RCC層を取入れた舗装のコスト効果を実証するために、各種舗装タイプのコスト比較を表－2に示す。1 m<sup>2</sup>当りのコストは、California Bearing Ratio(CBR)3の路床でESA'S（交通繰返し負荷）10<sup>7</sup>およびCBR10の路床でESA'S10<sup>6</sup>の条件で設計した典型的な舗装構成として示されている。

舗装厚は参考文献1および2によって決定され、コストは南東クイーンズランド地区相場での典型的な施工価格に基づいている。

BSTつき全厚RCCの低コストはこの構造形式を経済的に大きく目立たせている。しかしながら、重交通状態での長期供用の場合のこの舗装方式の性能については僅かな情報しか得られていない。日交通量10,000～20,000台の道路に新たに舗装された全厚RCCの部分がある。このような舗装での経験と試験道路（後述参照）のフルスケール荷重試験プログラムとによって数年後には本質的な性能データが得られるであろう。

表－2 典型的な舗装コスト

| 舗 装 タ イ プ                     | コスト(\$A/cmf)                   |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                               | 10 <sup>7</sup> ESA's<br>CBR 3 | 10 <sup>7</sup> ESA's<br>CBR10 |
| BSTつき全厚RCC                    | 18                             | 16                             |
| 砂利サブベース, 碎石ベース, BST           | 19                             | 12                             |
| 全厚アスファルトコンクリート                | 62                             | 37                             |
| コンクリート（ブレン, RCCサブベースと結合）      | 48                             | 45                             |
| RCCサブベース, 碎石ベース, BST          | 18                             | 17                             |
| 砂利サブベース, 碎石ベース, 75mmアスコン      | 28                             | 21                             |
| RCCサブベース, 125mm, アスファルトコンクリート | 32                             | 30                             |

注：BST=bitumen surface treatment

（参考文献）

1. Interim Manual for Design of Flexible Pavement, Main Roads Department Qld, Brisbane 1981.
2. Murphy, H. W., Baran, E., Gordon, R. G.  
Cement Treated Bases for Pavements, Austrarian Geomechanic News No.1  
Inst. Eng. Aust. - A.I.M.M. Sydney.

## 舗装設計

セメント処理層を取入れた舗装の設計曲線を開発するため、このような構成での典型的な組合せの機構的応答を線形弾性モデルを用いて解析された。このような解析手法は、既設舗装や、新しく構築された舗装（2）の現場における変化とパフォーマンスの解析を合わせた見方として取入れられて来ている。

構造解析手法は設計曲線の開発のための基本となっている。この設計曲線は、セメント結合材料の疲労特性を計算に取り入れることができ、また、観測された性能をベースにたやすく修正することが可能である。

特殊モデルの場合、舗装構造は線型弾性多層システムと見なされ、そのシステムでは材料は弾性係数(MR)およびポアソン比によって特徴が表わされる。各層は同質、均質、かつ等厚と仮定される。表面の垂直荷重は複輪システムが適用され、各輪は、円形面接触である。

載荷するモデルの応答はChevron 5 LプログラムのMECDEIバージョンを用いて解析された。応力およびひずみがクリティカルな部分で決定されたが、殊に、路床表面における垂直圧縮ひずみ（わだちをコントロールする）および境界層の底面における水平引張ひずみ（疲労きれつをコントロールする）である。

最初に、RCCを取入れた4タイプの舗装が研究された。すなわち、

- (a) ビチューメン表面処理の全厚RCCの構成
- (b) RCCサブベース、粒状路盤（碎石または砂利）上にビチューメン表面処理からなる構成
- (c) RCCサブベース、粒状路盤上がアスファルトコンクリートがある構成
- (d) RCC上がアスファルトコンクリートがある構成

構成をFig. 2 に示す。

使用した材料の性質と設計標準に関する信頼性ある情報の不足と、モデルにおける材料定数の仮定との理由で、設計曲線は実在舗装の性能と一致するように評価された。

最初に、セメント結合層を取入れた10の実在舗装の性能が考察され、構造モデル（2）によって予測された性

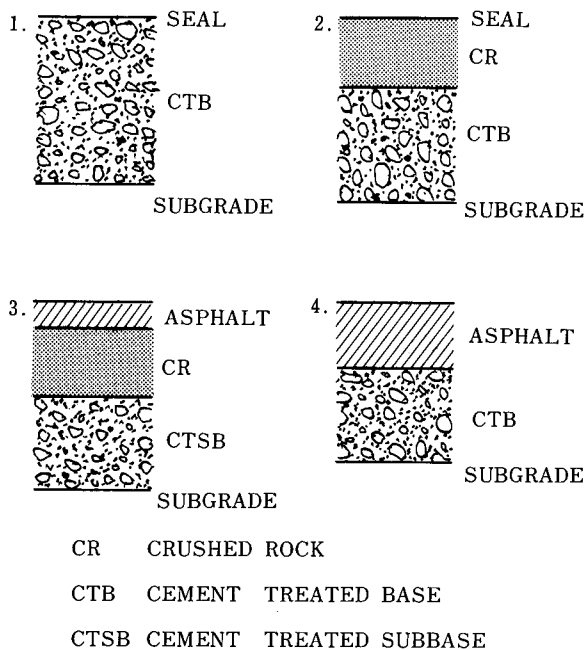


Fig.2 Pavement types for which design curves are available

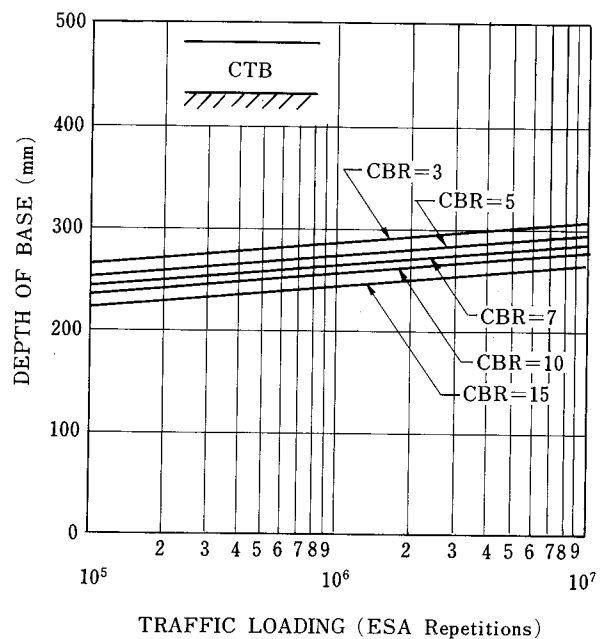


Fig.3 Design curves for full depth CTB Category 1 with sprayed seal

能と比較された。

次に、数種のタイプと層厚セメント結合ベースに関するフィールド評価を含んだ英国におけるAlconbury Hill実験の結果(3)が比較に用いられた。

セメント結合層の有効厚は、ひびわれの進展(ひびわれの発生した所)または発生時(ひびわれが発生していない所)以前に舗装が供用するであろう標準車軸履歴(ESA'S)と等価の80KN(8.16t)の数を支持する(ひびわれなしに)に必要であるとして計算されたものと比較された。

ベースの構造的挙動を予測したモデルが合理的によく研究された。これらの研究の結果として、現在MRDQによって使用されている舗装設計曲線が開発された。典型的な設計曲線の一组をFig. 3に示す。

性能に影響する可能性があり、それ故に考慮すべき幾つかの要素が構造解析モデルによる測定には採られていない。それらのファクターはセメント結合材料の強度と耐久性、収縮の影響、施工の変動および配合設計と現場管理に用いた試験で測定された性質(例えば不拘束圧縮強度(UCS)または等級づけ)と、モデルで用いられたもの(MRおよびポアソン比)との関係である。これらは、採用された設計値に対して安全率を適用すること、設計曲線を加減すること(例えば、施工における断面変化を考慮した層厚増とする)、または設計マニュアルに一連の設計ルールを含ませることによって修正して計算された。

設計ルールは、例えば、各種適用例にセメント処理すべきであるあるいはすべきでない材料タイプの規定、およびセメント結合材料に要求される性質の規定がある。それはまた、施工方法およびプラントの必要条件をも規定している。

解析における限界ひずみおよび弾性係数の値は、現場値が実験室値より小さくなるというようなバラツキ要素を許容すべく、比較的ひかえ目の値を仮定している。

設計曲線は、セメント結合材料の2つのカテゴリーについて作られた。

カテゴリー1(MR=5,000MPa)(51,000kgf/cm<sup>2</sup>)およびカテゴリー2(MR=2,000MPa)(20,400kgf/cm<sup>2</sup>)

カテゴリー1の材料はRCCについて記述されているものである。

結果、仮りに決めた設計手法を確実なものにするため、RCCに関する次のような3つの原則的必要条件を定めた。

- (a) RCCは規定された粒度と必要な堅硬さに適合する砕石または砂利で作られねばならない。
- (b) UCS(不拘束圧縮強度)3MPa(材令7日)
- (c) 良好な施工プラントおよび品質管理

## RCCの材料と性質

### 骨材

セメント安定処理は、オーストラリアでは本来、過度の細粒または塑性といったような低品質の舗装用砂利の場合にその「欠陥を修正する」ために利用された。しかし、同じセメント量でのこのようなセメント処理材料は、路盤の品質に関してセメント処理砕石または砂利を固化するというのはほんの一面であって、それは敷均しおよび締固めの問題(4)に、しばしば向上をもたらすということを経験が示してきた。RCCに使用される砕石について現在通常規定されている粒度限界はFig. 4に示すとおりである。

粗骨材の最大寸法は37mmとし砂部分の配合比は、練りませ、敷均しおよび締固めが容易なように、ハンドリング中の材料分離を最少にするように選定された。最大寸法50および75mmの粗骨材も使用されたが、それは分離し勝ちであり、打設も困難である。

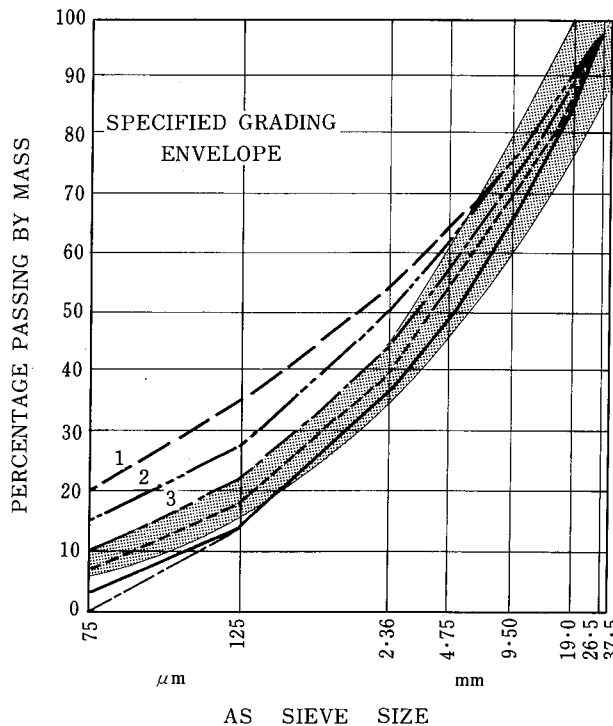


Fig.4 Experimental Crushed Rock Gradings

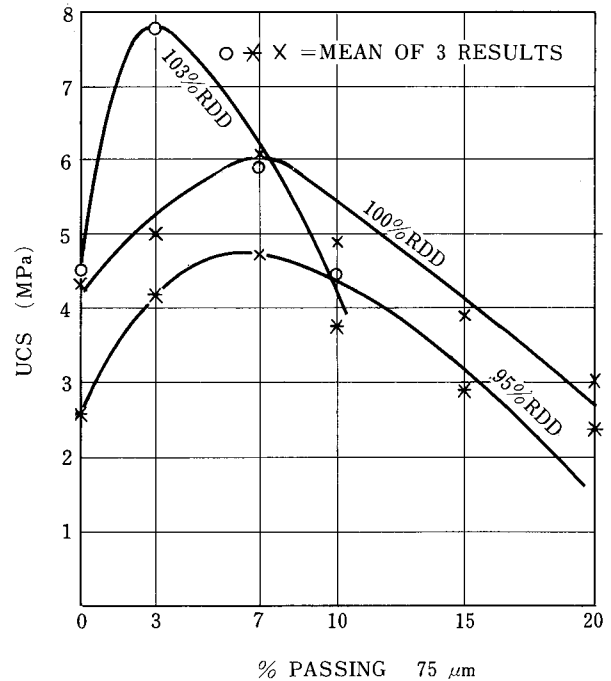


Fig.5 Relationship Between UCS at 7 days and % passing 75  $\mu$ m for Experimental Crushed Rock Gradings 1 to 5

UCS、弾性係数および引張強度についての粒度の効果をFig. 5、6および7に図示する。6種類の粒度（Fig. 4に示す1～5および5A）のサンプルが、Brisbane地区で広く使用されている採取地の砕石から実験室に用意された。サンプル1～5の425  $\mu$ m通過細粒の塑性指数は7であった。粒度3について更にサンプルが用意されたが、それは本来の425  $\mu$ m細粒を砂で置換してPI=3としたものである（サンプル3A）。

UCS試験用供試体および曲げ試験用はりをセメント量4%（乾燥容積で）で用意した。

供試体は各粒度に対して最適の水分として4種の密度（90、95、100および103%の相対乾燥密度(RDD)、標準締固め（プロクター）に締固められ、7日間湿潤養生の後試験された。UCSテストはMRDQ試験方法Q115で、また曲げ試験はオーストラリア規格1012パートII“コンクリート曲げ試験供試体の曲げ強度試験方法”に基づいて実施された。各粒度ごと95、100および103%RDDでの結果は、75  $\mu$ mふるい通過百分率に対応してFig. 5、6および7にプロットされている。

Fig. 5および7から最大のUCSおよび曲げ強度（割裂強度）は75  $\mu$ mふるいの通過パーセントが3%と7%の間であるときに達成されることがうかがえる。最大の弾性係数は細粒0で発現する（Fig. 6）。

6種類の骨材粒度（供試体と同様95、100および103%標準締固め）で作製されたはりの曲げ試験で測定された弾性係数を表-2に示す。それぞれの試験片の破壊時のひずみはFig. 8に弾性係数に対応してプロットされている。Fig. 8から、破壊時のひずみ（ $\epsilon_b$ ）と弾性係数との間には弱い関係しかないことが判かるが、この現象は他にも例えばOtte（5）でも見出される。大半の場合 $\epsilon_b$ は100マイクロストレインを超えた。

粒度変化の構造に対する影響を判定するため、表-3に示した弾性係数は、前述したRCC用の舗装設計曲線の決定に用いたものと同じモデル解析に適用された。

10.6ESAs（限界ひずみが65% $\epsilon_b$ になると仮定して）になるように計算してCBR3の路床上に必要なRCC舗

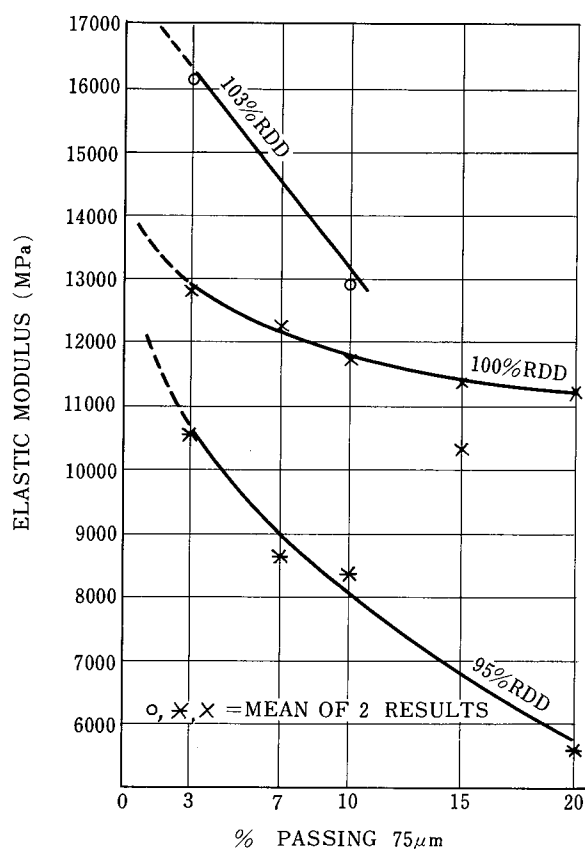


Fig. 6 Relationship Between Elastic Modulus and % Passing 75  $\mu$ m for Experimental Crushed Rock Grading 1 to 5

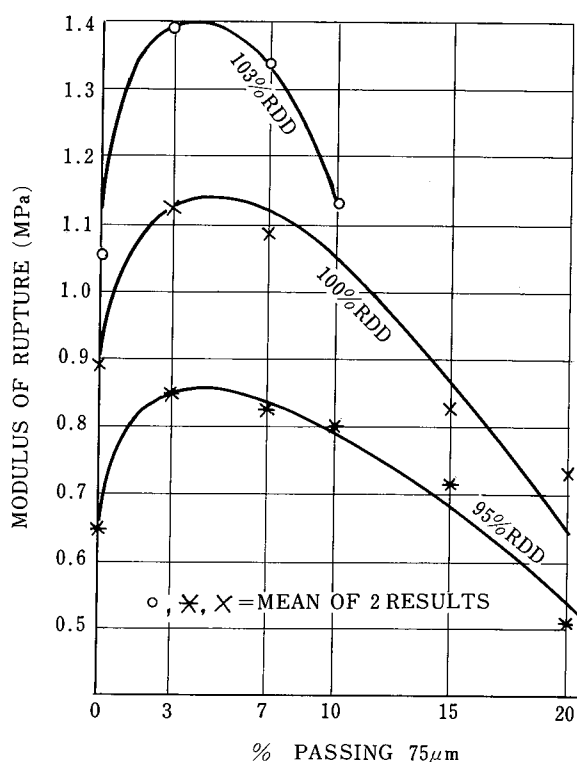


Fig. 7 Relationship Between Flexural Strength and % Passing 75  $\mu$ m for Experimental Gradings 1 to 5

装の層厚がこれも表-3に示されている。これは、テストの大半において超えた値である  $\epsilon b=100$  を仮定してなされた。

全体的に、結果は、モデル解析に基づいて、試験したいずれの粒度も使用可能であるが、細粒の少い粒度の材料を使用することが望ましいということを示唆している。

他のファクターも最適粒度の選択に影響する。

それらのファクターの一部は、締固め容易度、透水性、供用性および収縮である。

実用上、次のことが見出された。

- (a) 細粒過多または過少の骨材はしばしば現場において敷均しおよび締固めが困難である。
- (b) 骨材中の75  $\mu$ m (200メッシュ) 通過分が3または4%を下廻ると、RCCは透水性になりがちで、特に分離が起こるとそうなる。
- (c) 既に他の目的に規定されている粒度範囲を使用するのが望ましい。
- (d) 収縮ひびわれは比較的軟かい細粒割合の高い材料の場合、より厳しくなる。

上記ファクターすべてを考慮すると、Fig. 4に示した現用碎石の粒度範囲がRCC用に規定するのに最も適切である。

これは、骨材中の非塑性、細粒分4~11%を示唆しているSchrader等により報告された研究(b)における発見と一致している。

表-3 弾性係数とモデル解析層厚

| 粒 度<br>No. | 75 $\mu$ m 通過<br>% | P I | 弾性係数<br>(MPa) | 10 <sup>6</sup> ESAsとCBR 3 に対する<br>層厚 (mm) 仮定 |
|------------|--------------------|-----|---------------|-----------------------------------------------|
|            |                    |     |               | $\epsilon b=100$                              |
| 1          | 20                 | 7   | 8,800         | 250                                           |
| 2          | 15                 | 7   | 10,200        | 230                                           |
| 3          | 10                 | 7   | 11,000        | 221                                           |
| 3 A        | 10                 | 7   | 16,300        | 180                                           |
| 4          | 7                  | 7   | 11,800        | 214                                           |
| 5          | 3                  | 7   | 13,000        | 203                                           |
| 5 A        | 0                  | —   | 19,200        | 165                                           |
| 設 計 曲 線    |                    |     | 5,000         | 264                                           |

(PI=Plasticity Index)

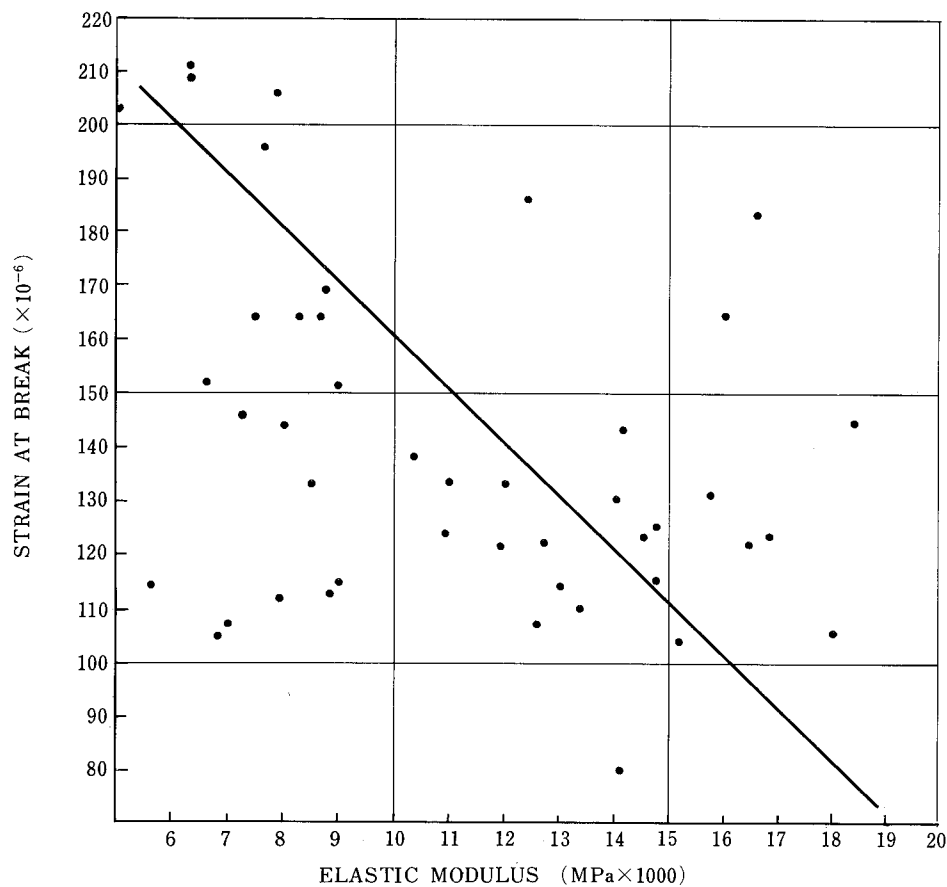


Fig.8 Relationship Strain at Break and Elastic Modulus

上記テスト供試体およびはり供試体の作製に使用された碎石は塑性指数(PI)が7であった。粒度3に用いられた材料で425  $\mu$ m (40メッシュ) 通過分を砂で置換するとPIが3に減少したが、その場合、UCSおよび割裂係数はそれぞれ平均22%および36%増加した(サンプル3 A)。平均弾性係数(標準締固めの95、100および103%で作られた供試体の平均)は16,300MPa (166,000kgf/cm<sup>2</sup>) であった。この変化は所要舗装厚についてモデル解析(仮定  $\epsilon b=100$ ) 通り180mmとする結果となった。このように、塑性指数のPI=7からPI=3への減小は大いにRCCの性質を改良することが分る。碎石のPIについてのMRDQの現行基準は4(最大値)である。RCCに用い

る骨材についてこの限度を維持することは構造的考察から満足すべきと思われる。

#### セメントおよびセメント量

RCCには過去において一般にタイプAの普通ポルトランドセメント(ASTMタイプI) が用いられてきたが、タイプC(ASTMタイプIV)の低熱ポルトランドセメントが必要に応じてRCCの仕上げと締固め度のためにしばしば使用されたことが分ってきた。けれども、タイプCセメントはタイプAセメントに比べて得られる強度が低く、舗道が締固め後に早期交通開放する場合の欠点となる。

現在、タイプCおよびタイプFAフライアッシュ混合セメント(ASTMタイプIP)の両者の使用と早期交通の影響とについて研究が成されつつある。

RCCのセメント量は現在、100%RDD標準締固めによる供試体についての実験室UCS試験から定められている。実用上採用されたセメント量は7日間の養生後、UCS 3 MPa (30.6kgf/cm<sup>2</sup>) が得られるもので、現場変動巾として通常0.5%を加えられている。数件のプロジェクトにおける実際のセメント量の変動が表-4に示されている。

最初からUCS試験がセメント量の決定に採用されたが、それは当部の地方実験室のすべてがその試験設備を装備していたからである。この研究中にテストした材料については、UCSは弾性係数および曲げ強度と同様な傾向に従っており (Fig. 5、6 および 7)、UCS 3 MPaのRCCは設計時仮定した5,000MPa (51,000kgf/cm<sup>2</sup>) のMRを超える弾性係数を期待することができる。しかしながら、細粒ソイル骨材(ロームおよび細粒砂利)に関するUCSと弾性係数との関係はこの研究に使用された骨材のそれとは異なる(4)。

舗装はしばしば建設直後に交通開放されるので、7日養生後の試験を充当すべきと考えられた。また、その後得られる強度を施工のバラツキ、温度およびその他の応力発生源となる環境のための安全ファクターとすることが望ましい。

一般的には、乾燥容積で3~4%のセメント(71~95kg/m<sup>3</sup>)が粒度のよい砂利または低塑性の碎石と共に使用され、限界粒度および塑性で細粒厚材料に対しては5~6%のセメント(119~142kg/m<sup>3</sup>)が使用された。セメント使用量と密度を変化させたときのUCSの影響を、粒度のよい砂利で作ったRCC試験供試体についてFig. 9に示す。

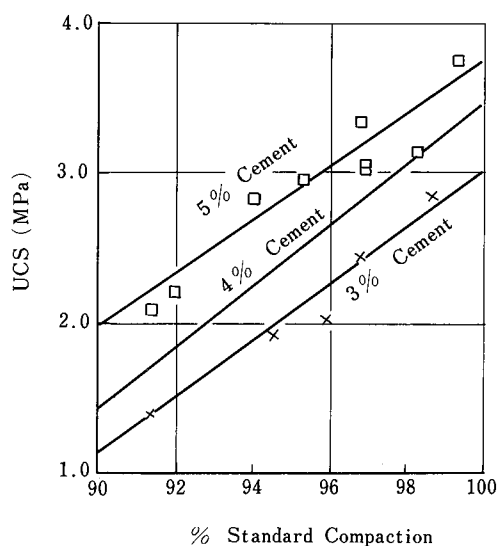


Fig.9 Relationship UCS,Cement Content and Compaction

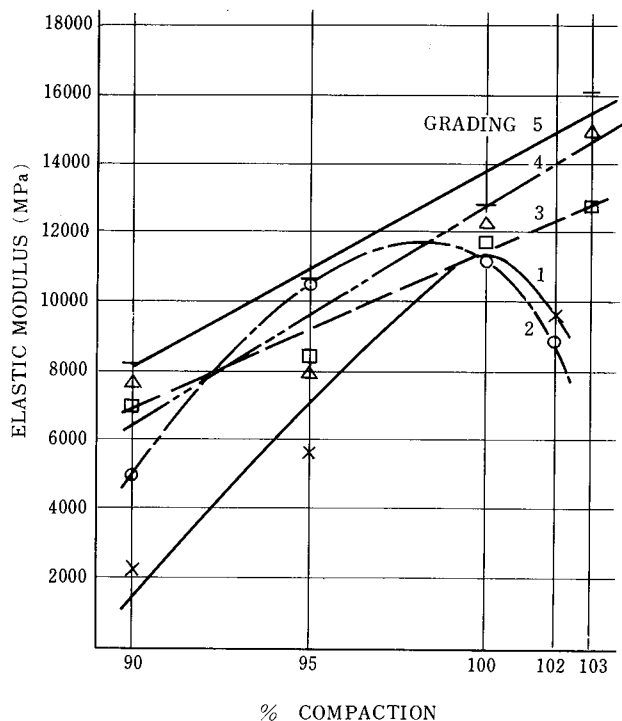


Fig.10 Relationship Between UCS and % Compaction

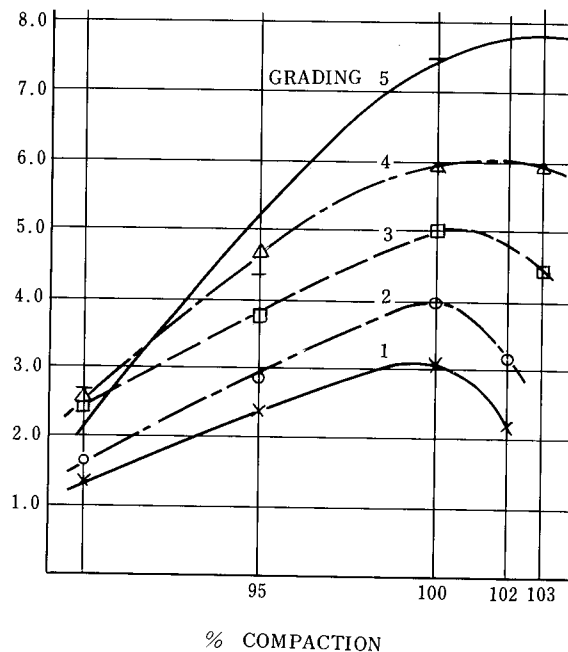


Fig.11 Relationship Between Elastic Modulus and % Compaction

### RCCの締固め規格

標準締固めによる相対乾燥密度(RDD)に対しての100%締固め規格がRCCに対して定められている。この値はより高い規格を達成することを現場で経験し難い理由で選定された。事実、表-5によればこの規格を達成することでさえ困難を経験したことが示されている。

Fig. 5、6、7、10および11は密度のUCS、弾性係数および曲げ強度への影響を示したものであるが、それらは全部密度が100%RDD標準締固めまで増加するに伴って増大している。しかし、細粒度(1および2)では、締固めの100%から102%RDDへの増加につれ、弾性係数とUCSが減少している(Fig.10および11)。

実験用供試体を作製する間に、この2種類の粒度の材料は102%RDD以上の密度に締固めることが難しいということが見出された。また、このような材料を現場で高密度に締固めることが困難であることも分った。

### 収縮および耐久性

クイーンズランドにおいて使用されたRCCの許容収縮については現在限度が定められておらず、実験室の収縮試験も実施していない。

多くの場合、層厚100mmまたはそれ以上のビチューメン表面処理またはアスファルトを介して現れている重大な収縮クラックは僅かである。けれども、重大な収縮クラックが明白な事例もいくつかある。いくつかの実例ではクラック周辺にRCCの細粒のエロージョンが見られる。この経験は、RCCの収縮および耐久性に対して制御がなされるべきであることを示している。

## 施 工

### 施工工程

クイーンズランドで使用されたRCCは連続パグミルミキシングプラントでプラント練りされ、アスファルトペーパで敷均された。ミキシングプラントは通常現場付近に設置した車載プラントであるが、採石場が工事現場に近い場合は採石場に固定したものでもよい。締固めは平滑ドラムの振動ローラを用いて実施された。

#### 練り混ぜのプラントと工程

代表的な車載ミキシングプラントは次のような構成である：

- (a) 2軸パグミルに投入するベルトフィーダに釣合った約12m<sup>3</sup>容量のシングル骨材フィードホッパ；
- (b) これもパグミルに投入するベルトフィーダと調和した容量30m<sup>3</sup>のセメントサイロ；
- (c) 2軸パグミルミキサ
- (d) 練混ぜた材料を、混練用ホッパを介して待機中のトラックに排出するためのベルトコンベヤ。

このタイプのプラントは締固めない材料で計って200m<sup>3</sup>/hrの定格容量を持っている。9時間稼働の代表的なプロジェクトにおける平均実績生産は約1,300m<sup>3</sup>である。

取扱うべき骨材はフロントエンドローダでフィードホッパに投入される。骨材、セメントおよび水の計量はベルトフィーダの速さおよび水ポンプの正確な排水量を変化することによって成される。

車載プラントは、ここ5年来、利用可能になったものであるが、利用可能となるまでに少なからぬ改良があり、RCCの実用増加に大きく貢献した。現在利用可能なプラントはほとんど車載式であり、それは1時間以内に設置でき、また可搬式である。

これらのプラントは牽引式のセミトレーラに積載されている。

稼働状態から移動状態へ切替える時、またはその逆の時セメントサイロとコンベヤとを油圧ラムで立上げたり、折畳んだりするのは自動式である。

改良された機動性は事実上州のどこでも手頃な価格で、たとえ短期（1～2週間）のプロジェクトであっても、プラントミキシングを利用できるようにした。日常のメンテナンスおよび補修オーバーレイへのプラント練りRCCの使用が可能になった。

表－4 代表的工事のセメント量および水量試験結果

| 工 事 | 試 験 回 数 | セ メ ン ト 量 % |      |          |          | 水 量 %     |     |
|-----|---------|-------------|------|----------|----------|-----------|-----|
|     |         | 測 定 値       |      | 規 格 値    | 規格値に対する% | $\bar{X}$ | S   |
|     |         | $\bar{X}$   | S    |          |          |           |     |
| 1   | 98      | 3.49        | 0.19 | 3.75±0.6 | 96.3     | 5.6       | 0.6 |
| 2   | 81      | 2.53        | 0.26 | 2.5±0.6  | 98.1     | 7.8       | 0.8 |
| 3   | 177     | 4.5         | 0.4  | 4.5±0.6  | 86       | 14.5      | 1.0 |
| 4   | 44      | 4.26        | 0.39 | 4.0±0.6  | 78       | 8.4       | 0.8 |
| 5   | 143     | 4.05        | 0.22 | 4.0±0.6  | 99.5     |           |     |
| 6   | 116     | 4.01        | 0.24 | 4.0±0.6  | 98.7     |           |     |
| 7*  | 126     | 3.87        | 0.30 | 3.75±0.6 | 94.0     |           |     |
| 8   | 88      | 2.97        | 0.21 | 3.0±0.6  | 99.5     |           |     |
| 9   | 613     | 2.9         | 0.2  | 3.0±0.6  | 99.3     |           |     |
| 10  | 28      | 3.51        | 0.23 | 3.5±0.6  | 99.1     |           |     |

( $\bar{X}$ =平均値 S=標準偏差)

\* 旧プラントで新しいベルトセメントフィーダ付きのもの。このフィーダ取付け以前のセメント量の結果は（回数=210,  $\bar{X}$ =3.5, S=0.6, 規格値に対する%=68%）であった。

プラントの練り混ぜ効率も改良された。表-4は10のプロジェクトからのセメント量と水量試験結果の要約である。

この結果は、平均セメント量を規格値に十分近付けることができ、0.20~0.30%の標準偏差（変動係数5~10%）は生産されたRCCについて高い割合でセメント量を±0.6%の規定許容差内に保つことができることを示している。

表-4に示した水分結果のいくつかは、一貫して達成されるべき規定締固めを可能にするには幾分変動し過ぎるようである。

締固め水量は使用される材料とローラのための実地限度である±1%以内に保つ必要がある。RCCの水分は骨材の含水量に影響され、加える水はそれによって調整されねばならない。プラントと舗設現場との間を結ぶ無線は舗設コンディションに適切な水分の迅速な調整に是非とも必要である。

良好なプラント管理を達成するため特段の注意を要する対策は：

- (a) 骨材の分離を避ける貯蔵および払出しの管理
- (b) プラントの正確なキャリブレーション
- (c) 分離を避ける混練物ホッパの正しい使用
- (d) 綿密な水分管理

#### 舗設設備および工程

各種のアスファルト舗設機がシングルレーン幅または全幅（2車線と路肩を含む）のRCC舗設に用いられる。

MRDQは、ストレートエッジからの距離が5mmを超えないように±15mmのレベル許容差を容認している。ペーバはこの許容差内でRCC敷均しができることを示してきた。RCC舗装のサービス寿命は舗装厚の僅かな不足によって著しく短縮するので、許容差近く敷均すことがRCC施工では重要である。版厚設計曲線では施工変動に20mmの許容差を設けている。

舗装は通常、勾配をセットする丁張り方向に移動するペーバにより2~3層で敷均される。

初期には、単に表面をビチューメン処理したのみのRCC舗装の走行性は期待されたほど良好ではなかった。NAASRA粗さメータで測定した舗道の走行性は、良好なアスファルト表層の30~50カウント/kmと比較して50~100カウント/kmの範囲であった。（NAASRAメータは試験車の後輪軸ケーシングの相対的上方向動を測定する。1カウントは15mmの動きを表わす）。

特にアスファルト構造よりも厚層を用いているので、運転技術に一層の注意が払われるべきであることが分った。また、丁張りコントロールの使用（または誤使用）、熟練乗務員の不足および適切な平滑性規格の不足が初期の問題を助長した。

この問題はアスファルトペーバメーカーの文献とトレーニングコースに全部書かれている運転技術を厳密に執着することによって克服された。現在達成された粗さカウントは通常30~70カウント/kmの範囲にある。MRDQは最大粗さを60カウント/kmに、ただし費用節減のため容認される場合は60~80カウント/kmを付加えて、規定することを提案した。

次の基準が平坦な表面仕上げに最も寄与することが判明した。

- (a) スクリード前面での材料の高さを一定に維持すること。
- (b) オーガの運転を少なくとも80%に維持すること。

- (c) 前進/停止操作の回数を減少し、また、運搬トラックのペーバへの衝突を避けること。
- (d) 最終層は厚さ100mm程度で舗設すること。
- (e) 横継目を最小にするよう作業計画を立てること。
- (f) 横継目を適切に施工し、直にストレートエッジでチェックすること。
- (g) 丁張りは短間隔で支持し、センサを適切に調整すること。
- (h) 表面をストレートエッジで頻繁にチェックすること。
- (i) ペーバを良好な機械状態に維持すること。

オーストラリアの請負業者は、舗設する材料に強力な締固めを加える重いスクリードを持ったペーバ (Fig.1 3) を、RCC施工に用いる傾向にある。このタイプのペーバの使用は十分な表面仕上げの達成に役立つとはいえ、作業員の適切な訓練と監督および「品質を考える」マネジメントが不可欠である。

仕上げが貧弱な場合は、骨材がFig. 4 に示した粒度範囲内にあることおよびカッティングが遅れ過ぎないことを条件として、グレーダを使用して軽くトリミングすることにより改善することができる。時にはのこぎり状のグレーダブレードが有用であった。表面は整形後に空気圧式のタイヤローラ等により締固められるべきである。

## 層 厚

締固めた厚さで350mmに達する単層でのRCC舗設は表面仕上げが粗雑で、層の下部が締固め不十分になることが判明した。実際、建設で考慮すべき事項として、RCCは100～250mmの厚さで舗設するのがよい。

しかしながら、層間の不連続性の影響が現実には評価されていないので、複数層の舗設は議論の余地を残している。

前述の構造解析方法によって、もし一層が完全に他層と自由に滑動するならば、舗装の剛性が減少し、層厚を約40%増しにする必要があることを示すことができる。疑いもなく各層間には幾分の摩擦ないし接着は存在するが、その大きさと効果は知られていない。多層構造の結果としての弱さの程度を決定するため、フルスケール載荷試験が計画されている。

現在、層間接着を保証するための特別な測定はされていない。現行スペックは、断続施工になるとして施工者のクレームとなっているが、連続する層の舗設間隔を最大48時間に制限している。

また、次のことが実用上見出されている：

- (a) 良好な走行性を達成するためには最終層は100mm厚以下でなければならない。
- (b) 下層は、次の層を舗設するときのトラック荷重によるダメージを避けるため、少なくとも150mm厚とする必要がある。

## 締固め

締固めはペーバの後に近接して続く自重8～10トンの平滑ドラム振動ローラによって達成される。空気圧式タイヤローラが表面の締固めと閉塞のために時々使用される。

典型的な締固め試験結果を表-5に示す。表-5はかなり多くの工事が締固めスペック100%を下回っていることを示している。本表に引合いに出したスペックに対する貧弱な結果の原因を決定することは不可能である。しかしながら、軟弱なサブグレード、不十分な水分コントロール、試験誤差、締固め開始までの過大な遅延、振動ローラの過大な振幅による材料弛緩等が問題として提言された。この問題点を最小にするために採られた対策

表-5 CTB現場密度試験結果

| 工 事 | 試 験 回 数 | 測定された相対乾燥密度標準締固め |         |           | スベック* に対する % |
|-----|---------|------------------|---------|-----------|--------------|
|     |         | 平 均 値            | 標 準 偏 差 | 変 動 係 数 % |              |
| 1 A | 36      | 102.3            | 2.92    | 2.85      | 78           |
| 1 B | 74      | 100.4            | 2.97    | 2.96      | 55           |
| 1 C | 92      | 102.9            | 2.05    | 2.00      | 92           |
| 2   | 115     | 103.8            | 3.24    | 3.12      | 88           |
| 3 A | 168     | 101.0            | 3.17    | 3.13      | 62           |
| 3 B | 160     | 102.3            | 1.56    | 1.52      | 93           |
| 4 A | 358     | 101.9            | 2.00    | 1.96      | 83           |
| 4 B | 512     | 102.6            | 2.20    | 2.14      | 88           |
| 4 C | 175     | 99.4             | 2.70    | 2.72      | 42           |
| 5 A | 326     | 103              | 2.0     | 1.94      | 93           |
| 5 B | 430     | 101              | 2.1     | 2.08      | 68           |
| 5 C | 395     | 102              | 1.7     | 1.66      | 88           |
| 6   | 102     | 100.8            | 1.7     | 1.68      | 68           |
| 7   | 72      | 101.8            | 2.57    | 2.53      | 76           |

\* スベックされた標準締固めの100%

は砂利サブベースまたはタイプC(ASTMタイプIV)セメントまたは遅延剤を使用し、小振幅、高振動に変え得るローラを2～3回走行させることによる軟弱サブグレード上も含まれている。

## 養 生

養生被膜は通常AMC 3またはAMC 4（例えばMC250またはMC800液状アスファルト）またはビチューメンエマルジョン（MCアスファルトエマルジョン）を0.5ℓ/㎡の割合で適用する。アスファルトエマルジョンは、散布を容易にするため、水により50:50に希釈してよい。

養生膜は通常舗設完了後48時間以内に実施される。膜養生されるまではスプリンクラーにより軽く散水する。

即時交通開放する場合は、カットバックビチューメン（液状アスファルト）養生膜を1.2ℓ/㎡に増し、7mm単サイズの骨材で覆うかまたは養生膜を省略し、舗設完了直後にビチューメン表面処理を実施する。

## ビチューメン表面処理

ビチューメン表面処理(BST)は3つの理由でRCC全厚に適用する。すなわち；

- (a) RCCのすりへり抵抗は交通摩耗に抵抗するには不十分と思われる。
- (b) 多くの場合ビチューメン表面処理は、収縮クラックの防止に役立つ。
- (c) RCCの表面組織はしばしば十分な滑り抵抗を提供するには平滑すぎる。

BSTは、通例16mmの単粒度碎石とビチューメンとから成る。ビチューメンの適用は交通と骨材サイズにより異なる。典型的な使用は約1.5ℓ/㎡である。ビチューメンは現場で路面温度に適合するのに必要なだけケロシンでカットバックする。表面処理実施例の詳細は参考文献(b)に含まれている。

## 承認試験

RCCペーブメントは、セメント量、密度およびRCCの表面とその下面で計られたレベルに基づいて容認される。更に、処理される骨材は所要の粒度と塑性とに合致しなければならない。所要の表面平坦性は前述のNAA

SRAラフネスメータを利用してチェックされる。

セメント含有量試験は、この試験結果が実用的に早いので、強度試験よりも承認試験として適用される。中和熱を利用した熱平衡試験（8）が用いられ、プラントまたはペーバから採取したRCC試料に酢酸ナトリウムおよび酢酸の緩衝溶液を加えたときに記録された温度上昇によってセメント含有量が測定される。

RCCの敷均し、締固め後において、規格値に100%追従するように修正することはできないので、RCCPが仕様の要求には合致しないが、取りこわすほどには悪くないような“灰色地帯（グレイゾーン）”においては支払額を減少して承認するための規定が作られた。

スเปック条件の詳細、その基礎となる統計的体系、操作上の特性曲線等は参考文献9および10に与えられている。この方法はセメント含有量、密度および基準高に適用される。いくつかのプロジェクトの試験結果の解析のために統計的方法が、それが実用的であることから用いられた。この方法は現時点において試行されている。

### 舗装評価

当部のRCC用舗装設計手法を開発するために始めた評価プログラムは続行中である。

ベンケルマンビームたわみ測定が数年にわたって、選定したRCC舗装上で実施された。たわみ曲率(deflection bowls)解析がセメント固化層の堅硬度推測に用いられた。初期の解析では、最初RCCPは、かなり堅さが異っており、設計方法で予期したよりもしばしば堅さが低かった。その結果、RCCの材令7日不拘束圧縮強度(UCS)の目標は2MPaから3MPaに増加された。

また、変動原因の調査は前述した統計的な承認条項の開発を導いた。

RCC混合物の実験室における性状試験によって代表的材料の弾性係数と許容ひずみとが明らかになった。

最適な混合物とクラック低減方法を検討するために表層から広がって行く収縮クラックについての現場調査が実施されている。

促進負荷試験プログラムで解決を図って行くべきである問題がまだいくつかある。

従って、次のようなフルスケールの促進負荷試験のプログラムが現在計画されている。

- (a) RCC試験舗装の疲労寿命および用いた舗装設計法の改良
- (b) 様々な必要な計測荷重の破壊に及ぼす影響
- (c) RCCの各層間非連続性の影響
- (d) RCC舗装における早期交通開放の影響

このプログラムは、オーストラリアRoad Research Boardの促進載荷装置(ALF)によって200mmおよび330mm厚のRCCP上でのフルスケール繰返し載荷試験シリーズが実施されるであろう。

ALF機械は、直列に配置され、メインフレームにガイドされた載荷用の車輪アセンブリーから成っている。通行パスは、車輪パスの横方向分布をシミュレートするため横方向に動かすことができる。

40（4.1 t）、60（6.1 t）または80KN（8.2 t）の輪荷重が一方向の試験舗装の長さ10mに適用することができ、また荷重はメインフレームによって反対方向へ移動する。

### 結論的所見

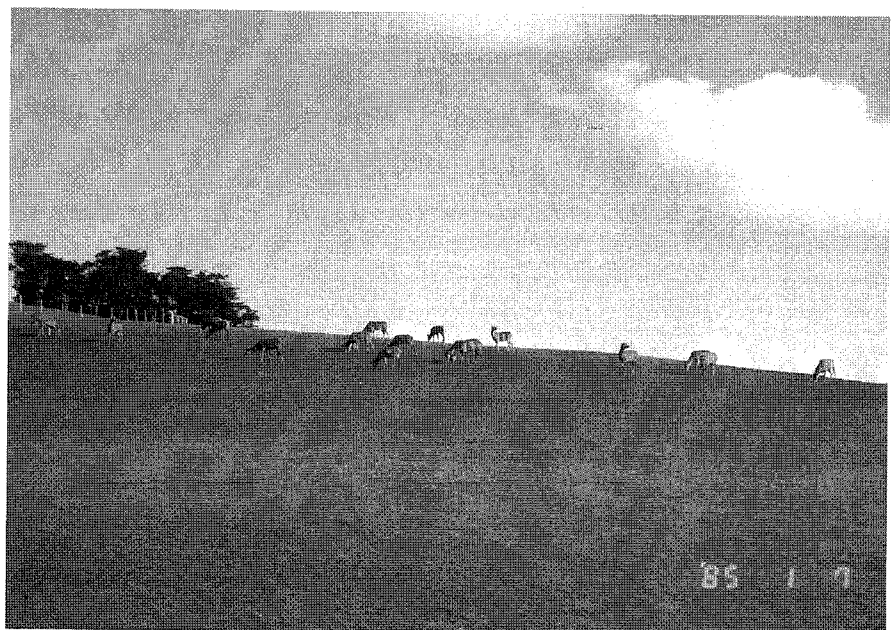
ここ数年に導入され使用が拡大されているRCCは、中ないし重交通量の道路には特に経済的に興味あるものである。

RCCPの施工プロセスの現状に至る開発には相当な努力で種々の問題を克服してきた。その結果正確で移動式のミキシングプラントが開発されてきた。

施工業者は、初期の段階において特にプラントに相当な投資をしてきた。彼等舗設チームは比較的困難な材料のハンドリング方法を開発してきた。舗装設計手法の開発のために開始されたプログラムにおける種々の研究は、実施改良が成され得たことを示してきた。例えば：

- (a) 骨材の最適品質が定義されてきた。
- (b) 配合設計手法に必要な修正が検証されてきた。
- (c) 施工に伴う様々な変動が取り除かれ作業標準が確立し、統計的承認が開発されてきた。また、施工行程の適切なコントロールに必要な計測が確認されてきた。

また、種々の設計と施工の実用について舗装の評価をするのに必要なかなりの量の作業が残っている。実験室を超えて、舗装の評価およびフルスケール試験研究が進行中である。



牧場の風景

## 資料－ 5

### 速載荷装置と舗装調査ALF

#### 1. オーストラリアの道路

オーストラリアの道路網は、合計800,000kmに及んでいる。

気候や経済事情のためオーストラリアの道路は、北アメリカやヨーロッパと比較すると非常に簡易な舗装構成である。従って、次第に道路状態は悪化してきており、道路建設、維持修繕を進めていくことが、道路網全域にわたって必要になっている。

道路の建設、あるいは維持修繕のための国家予算は24億ドルである。予算の支出の時点においては、非常に小さいパーセンテージを伸ばすことによって、大きな国家的な利益がもたらされるので、舗装の設計を経費の面でもより効果的に行うための調査費は重大な事である。

非常に交通量の多い道などでは、道路舗装の劣化は、車の数と舗装上を通過する大型車の重量によって大きく左右される。

1台の重車両の通過によるダメージはわずかであるが、この積重ねによりついには、大規模な復旧や打換えが必要となってくる。外国の調査では、重車両の輪荷重が増大するに従い、それに比例して舗装の損傷も大きいことを報告している。およそ、輪荷重が50%増加すれば舗装体に与える損傷は5倍とされる。従って、重量オーバーのトラックなどは、舗装のダメージを増大させているといえる。

#### 2. 調査計画

ARRBは、NAASRAからのメンバーと共同で、道路舗装の試験、および調査にALF（Accelerated Loading Facility、加速載荷装置）を採用している。このALFによる各種の載荷試験は、それぞれに約6ヶ月費やしながら、オーストラリア全域にわたって進められている。

この調査の目的は、

- ① 道路舗装の設計方法の確認および改良
- ② 舗装マネジメントの分析方法の改善
- ③ 載荷重が舗装の品質低下の程度に及ぼす影響評価

ALFによる試験計画は、ARRBのみならずオーストラリア州機関の舗装評価のための内容が追加されてきている。

- ① ALFの試験を行う箇所の舗装材料特性は、室内試験の総合的な評価の一環として調査する。
- ② ALFの試験結果および関連する材料試験結果は、舗装構成の分析方法や舗装の経時変化の評価に用いられる。
- ③ ALF試験のための舗装は、加速試験の下での舗装劣化状態と実際の交通荷重下での場合を関連づけるために、舗装の長期挙動観測プログラムによって調べることを含んでいる。

#### 3. 試験

ALF試験の間、舗装の状態を見るための広範囲な測定が行われている。

- ① 輪荷重下の舗装のたわみ測定により、その舗装構成の評価を行う。たわみは、ベンケルマンビームを用い

て表面測定を行うと同時に、ARRBの開発したたわみ用ゲージにより、舗装体の各深さにおいても測定される。

② 舗装のワダチの大きさを明かにするために表面の変位量を測定する。また、これにより車の乗り心地もわかる。

③ 表面のクラックの進展を観察、記録する。

得られたデータの記録、あるいは計算のための設備は、ARRBの開発したAMBDASシステムを基盤にしたもので、それにより、試験データの収集、チェック、貯蔵、さらに、ALFのオペレーション記録が行われる。

#### 4. 加速載荷装置(ALF)

ALFとは、コントロールされた回転する輪荷重を、10mの長さの試験通路の舗装に適用させる様設計された、移動可能な舗装の試験装置である。この装置を使用することにより、長年にわたるトラック交通に相当する輪荷重の影響を、わずか数ヶ月でシミュレートすることが可能となる。また、荷重の大きさを変化させることにより、輪荷重の増加が道路に与える影響を直接、別の舗装タイプとして測定することもできる。この装置は、Department of Main Roads, NSWにより設計、製造されNAASRAと協同でARRBが所有し、作動させている。

その機械は、メインフレームに従いまっすぐに進む載荷輪から成っている。車輪の進路を横断方向へ向けた場合のシミュレートを行うために、進路は横へ移動させることもできる。

#### 5. 機械仕様

|         |                                      |        |                            |
|---------|--------------------------------------|--------|----------------------------|
| 試験輪     | 2 輪タイプ<br>12-22.5 16プライ<br>チューブレスタイヤ | 舗装試験間隔 | 10m                        |
| 試験荷重    | 4 t～8 tまで 1 t間隔で調整                   | 全長     | 28.9m (運転中)<br>32.3m (移送中) |
| ホイールの動力 | 2 × 11kW                             | 巾      | 4.0m (運転中)<br>3.2m (移送中)   |
| トラバース巾  | ±80cm                                | 高さ     | 6.7m (運転中)<br>4.4m (移送中)   |
| 載荷速度    | 20km/h                               | 重量     | 45t                        |
| 回転時間    | 9.2秒                                 |        |                            |

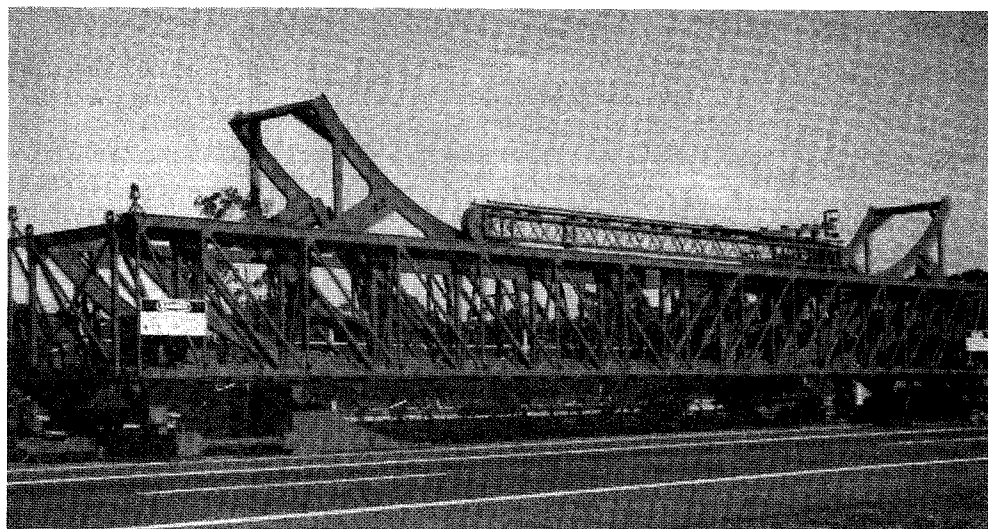


図-5.1 加速載荷装置

## パグミル型連続混合プラントの舗装工事への応用

ARAN社技術報告

By.Trevor G.Dunstan,B.E.,M.I.E.(Aust)

ARANPTY.LTD.

P.O.BOX252

DARRA QLD.4076

AUSTRALIA

### 1. はじめに

最近セメントを結合材とした建設材料、例えばセメント安定処理路盤材、ソイルセメント、ローラコンパクトコンクリートは各種の土木構造物への利用が急増している。

セメントおよび石灰を含む安定処理技術は、基準以下の天然材料を有効に利用できることから、遠隔の地域で特に成果をあげている。しかし、初期の頃は、材料知識の不足と混合と施工プロセスの管理基準が不十分であったため、必ずしも満足できる結果ではなかった。

最近の研究では、低水分のセメント添加材料の開発がなされ建設設備と施工方法がこれに合うように改善されてきた。

本報告書は、これら材料の利用技術の背景と応用、現在の天然修正材料、セメント安定処理路盤材、ローラコンパクトコンクリートの舗装へ応用、特に最近の研究による重要な微粉末添加材の効果、密度と舗装構造の一体化について検討を行ったものである。

### 2. 概要

これまで“セメント安定処理”は舗装に従事する土木技術者の間では良い結果を得たという報告から、失敗してクラックが生じ信用できないというもので、さまざまな意見が出されていた。

セメント安定処理に関する先入観念は、適切な設計と施工方法を確立しようとする場合にかえって邪魔になることが多い。設計者は熟知した粒状路盤とアスファルト表層を用いた可撓性舗装にするか、あるいは、まったく普通のコンクリートを使用して剛性舗装にするかに固執していた。

セメント安定処理路盤に関する初期の失敗は、骨材と添加材料との反応に対する理解が十分でなく、混合と舗設にたいしての研究も不十分であったことに起因しており、近代的なセメント安定処理舗装を初期の失敗と同一に考えることは危険である。

材料、構造設計、混合、管理の精度、正しい舗設方法、道路構造の予想等、トータルシステムを検討しないで、施工機械とセメント処理された構造について論ずることはできない。これらの検討の結果から耐久的でコスト効果の良い舗装と構造ができるのである。

本報告は、安定処理舗装材料の発展の背景と最近の試験結果に基づいて、施工方法と管理方法が仕上り性能に重要な影響を及ぼすこと、舗装あるいは構造物の性能は施工時の品質管理と不可欠な関係にあることなどを報告するものである。

### 3. 歴史

初期の時代の添加材処理材料は標準以下の材料の性能をレベルアップし増加する交通荷重に耐えるようにすることであった。この調整材料は舗装の下部に他の粒状材料と共に用いて、アスファルトまたはコンクリート材料が上部摩耗表層として使用された。

調整用の材料はセメント、石灰（生石灰、消石灰の両方）、フライアッシュおよびアスファルトエマルジョンなどで個別にあるいは組合せて使用された。

これらの添加材を攪拌する混合設備は現在の規準から見れば若干粗雑で添加材の正確な量の管理とその均一性に欠ける点があった。現場タイプミキサと連続式パグミルタイプ、プラントミキサがあった。

旧式なプラントは現在でも一部で使用されているが精度維持が困難である。初期の時代に施工されたセメント安定処理層は、あるものは現在も良く機能しているが、多くは急速に破壊が起こってきている。

世界の多くの場所で舗装工事費が高騰し、また先進国では新設よりも再建設の方が多くなってきており、保守費用が多く必要となっていることから、技術者はこれらのコストを低減する方法を提言するようになってきた。

初期の安定処理材料のプラント混合は、ほとんど連続式ミキサによって行われ、調整された材料は、添加材の量がはっきりと定量できないという特徴があった。また、セメント安定処理材料は普通グレーダで敷設され繰返し作業で汚れると廃棄された。その結果仕上り状態はあまり良い乗り心地は得られなかった。

コンクリートは常に均一なものが必要で、バッチ混合だけが各成分の配合を正しく保証できるものと信じられていた。

多くの規準等は、実際のもミキサ性能を誤解し、バッチ内の成分のバラツキと全体のバラツキとは異なったものであることに気が付いていなかった。実際に重要なことは、砂の75 $\mu$ m以下の部分ではできるだけ除去し、水分は施工が容易にできる量を確保することである。

粒状路盤材で、最も良い締固めを得るには、材料が最適水分に近い状態であるときに可能である。しかし、粒状路盤材をグレーダで敷広げ、その上から散水車で散水し、整形を行い、締固める方法で施工するかぎり、水分の均一性と、舗装の密度は保証できない。

最近になり、永い間確立されてきた材料と施工の方法について限界を調査することになったのは目新しいことである。固まらない材料をカートやグレーダで敷均し、敷設する方法は、連続パグミルプラントを使用し、高密度舗装機による施工に急速に転換しつつある。この方法の採用はもっとコスト効果が良いものになるだけでなく施工工期を短縮し、舗装の均一性と道路の乗り心地性能を向上させることになった。

アスファルト舗装では粒状路盤材を全部アスファルト混合物により置換することを求めた。これはある応用では有効と判明したが、最近では摩耗表層のみがアスファルト混合物である場合と異なった収縮の問題が起こっている。

コンクリート舗装の提案者は補強鉄筋の役割についての議論を欠いている。あるものは連続鉄筋補強によりジョイントでの乗り心地性能を良くすることができるとし、マスコンクリートの提案者はコスト低減と腐食がないことを凍結融解のおきる地域で特に強調している。ジョイントの有無とその乗り心地性能に対する影響は普通コンクリート舗装施工で主要な問題である。

また、遠隔地の不良な天然材料を使用する時、セメントおよび石灰処理の方が均一な構造物を作ることができることが分った。

舗装設計は、可撓性舗装（粒状路盤材とアスファルト摩耗表層を使用）、あるいは剛性舗装（普通コンクリートを使用）に区分されているが、セメント処理路盤材は今まで可撓性として処理するか、剛性とするか不明で

あった。

大型コンクリートダムマスコンクリート施工でコンクリートの定義と使用法について新しい考え方をするようになった。大型マスコンクリート重力ダムは中型－大型ロックフィルダムのセメント素材料の1/3の少ない材料を使用する。伝統的なコンクリートダムは型枠が必要であり一体に打込むためと収縮低減のため適当な水止が必要であるので工費が高くなる。ダムのコンクリート用材料の計量と混合は遅くてやっかいな問題があった。

エンジニアは“なぜコンクリートは湿式で混合されねばならないか?”、また“なぜコンクリートは型枠内に注入し振動して締固めなければならないか?”、“セメント安定処理材コンクリートは強度が高いか?”、“ダムを道路施工機械を使用し、セメント処理材コンクリートで施工したらどうなるか?”と尋ねるようになった。永い間コンクリートはダムの溢流水面の保護とアースダムの堤防に用いられてきた。新しく定義された材料であるローラコンパクトコンクリートは本質的にセメント安定処理路盤材をマスコンクリートに適用したものである。実際に低水分であり、かつ低セメント量であるコンクリートをダムに応用する研究が進められるようになった。

数年前より確立されてきた、セメント安定処理舗装は現在のローラコンパクトコンクリートと呼ばれているものと近似している。フランス、英国、南アフリカ、若干の米国の州、特にカリフォルニアおよびオーストラリアの若干の州は、この工法の推進者である。クイーンズランド幹線道路局はセメント安定処理路盤材を20年にわたり使用してきたので、相当の経験とデータを蓄積している。

クイーンズランド州などで行われた研究では、セメント調整材料には2種類の応用例が報告されている。一つは、セメントで結合させ改善された可撓性舗装とするもの、もう一つはセメント結合材で結合された剛性構造として設計され、大きな引張強度を有するものである。

#### 4. 改善された可撓性舗装

セメント調整材料の可撓性舗装に対する応用は路盤材の特性向上と、遠隔の地方での標準以下の材料の利用である。西クイーンズランド、中央オーストラリア、北西クイーンズランドおよび一部のアリゾナは道路用に使用できる硬質の骨材がない。この地方の技術者の努力で、この自然材料を舗装に使用する発明的な方法が開発された。

熱帯地方では常に飽水している路床はどこにでも在り、舗装はこれを考慮して行われなければならない。カリフォルニア等ある地方の排水は、常に道路を乾燥状態にするよう規定してある。北部クイーンズランドでは、乾燥状態があり得ないので、完全に飽和水状態で設計することを規定している。またある場所では度々起こる洪水に耐えるように設計しなければならない。非常に変化する環境条件と材料に均一性がないことから、一般的に適用できる舗装設計は開発されていない。この様に材料と環境条件に変化があるため、設計条件を変えることが必要となるので設計者は種々の条件を考慮しなければならない。“その舗装は洪水に耐えることが必要か?” “セメントまたは石灰調整材は、設計された道路を作るために安定した路盤を確保できるか?” “添加材は、使用材料の改質に適しているか?” “添加材により支持力の向上は図れるか?”

最終的にコンクリートに不適な材料は壊れやすい粘土その他の有害物質で、長期間の複雑な反応を阻害し、決してコンクリートとはならない。これらの物質は処理するのが最も良く、舗装はそれで設計すべきである。もし可撓性舗装として設計することが必要である時は調整に関して主要な問題は必要強度や耐久性を増進する能力がないことならびに粒状材料よりもっと硬化する材料とはならないことである。

クイーンズランドの実験で得た経験では処理材料が固くなりすぎるとブロッククラックを起こし、弱すぎると分解する形となる。クイーンズランド北西部での材料処理の実験でBledensberg砂利とWiston砂岩を含むもの

は、この様な事故を度々起こした。それは処理材層とシーリングその他との付着を失うためである。

以前には無拘束圧縮強度(U.C.S)が材令7日で1 MPa (10.2kgf/cm<sup>2</sup>) が処理材料として適当であるといわれていたがこれはセメント量1.5~3.5%の配合に相当した。これらの材料は性能が良くなく不安定なものであった。セメント量を4%~5%とすると同一の材料でも固く結合し強度は満足することができた。一般的な砂利で適当な粘土を含むものはセメント量4%~5%で良い性能を発揮する。セメント量がこのレベルのもののUCSは7日で2~2.5MPa (20.4~25.5kgf/cm<sup>2</sup>) を示した。これらの材料の曲げ試験の結果はあまり強くはなく、普通の粒状材料と同程度である。

オーストラリアに安定処理工法が導入されてから、受入れられた設計思想はセメント量を低く保つことで、あ

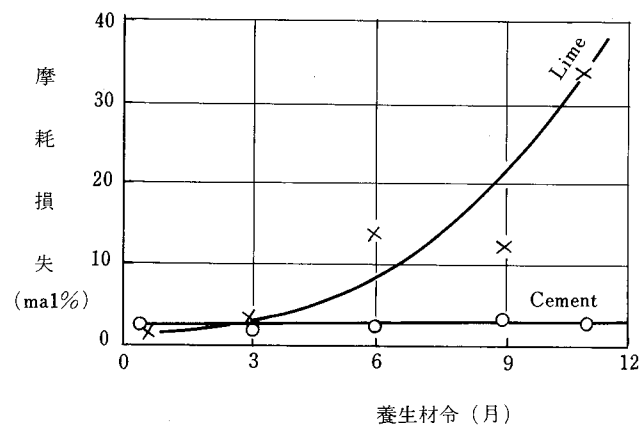


図-1 摩耗損失(mal)と材令(天然砂利)

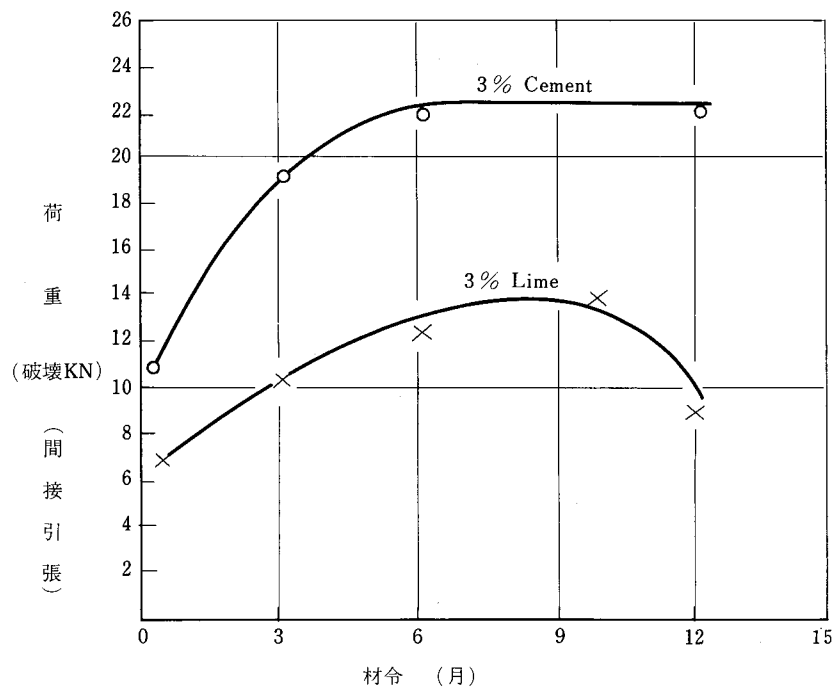


図-2 間接引張強度と材令(天然砂利)

表－１ 層内の石灰分の変動（D.M.Rより）

| 石 灰 分 |   |         |     |     |     |     |     |     |
|-------|---|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 上     | 部 | 4.5     | 0.8 | 3.5 | 2.3 | 3.4 | 3.0 | 2.2 |
| 低     | 部 | 3.2     | 3.8 | 1.8 | 0.6 | 1.7 | 2.1 | 3.2 |
| 上     | 部 | 2.8     | 4.7 | 4.0 | 6.3 | 3.2 | 1.5 | 3.4 |
| 低     | 部 | 2.7     | 5.1 | 4.2 | 3.1 | 1.3 | 0.0 | 3.2 |
| 上     | 部 | 4.4     | 2.8 | 3.2 |     |     |     |     |
| 低     | 部 | 3.2     | 1.8 | 2.7 |     |     |     |     |
| 平     | 均 | = 2.93% |     |     |     |     |     |     |
| 標     | 準 | = 1.32% |     |     |     |     |     |     |
| 目     | 標 | = 3 %   |     |     |     |     |     |     |
| 変     | 動 | = 45.1% |     |     |     |     |     |     |
| 系     | 数 |         |     |     |     |     |     |     |

表－２ 層内の石灰分の変動（Pappin文献20）

| 石 灰 分 |   |         |      |      |      |      |      |
|-------|---|---------|------|------|------|------|------|
| 上     | 部 | 4.01    | 3.35 | 1.40 | 3.61 | 4.28 | 1.82 |
| 中     | 部 | 3.67    | 3.79 | 3.50 | 2.83 | 3.49 | 2.71 |
| 低     | 部 | 4.57    | 7.84 | 3.32 | 6.28 | 4.95 | 3.81 |
| 上     | 部 | 5.04    | 4.20 | 4.41 | 2.87 |      | 6.60 |
| 中     | 部 | 3.99    | 4.04 | 3.60 | 4.10 |      | 3.47 |
| 低     | 部 | 2.93    | 3.88 | 5.36 | 2.04 |      | 3.96 |
| 上     | 部 | 4.41    | 4.73 | 3.19 | 4.30 | 4.41 | 5.18 |
| 中     | 部 | 2.36    | 2.73 | 2.91 | 0.30 | 1.66 | 20.6 |
| 低     | 部 | 2.22    | 3.84 | 2.44 | 2.75 | 2.69 | 2.56 |
| 平     | 均 | = 3.56% |      |      |      |      |      |
| 標     | 準 | = 1.27% |      |      |      |      |      |
| 目     | 標 | = 4.0%  |      |      |      |      |      |
| 変     | 動 | = 35.7% |      |      |      |      |      |
| 系     | 数 |         |      |      |      |      |      |

るいはセメントの代りに石灰を使用し基盤が固くならないようにし、クラックを最小限にすることであった。最近の研究では特別の条件ではセメント量が少な過ぎるほうが多過ぎるより多くの問題が生じることが判明した。

石灰は材料の処理に広く使用されてきたが、ほとんどの例で石灰はセメントに比較して結合作用に限界があり度々破壊が起きている（図－１参照）。

砂岩質の材料は石灰では付着強度の増加はあまり見られないが、セメントでは増加する傾向にある。

砂岩質材料は石灰の付着を相当に低下させるが、セメントはそれを増加させる傾向にある。クイーンズランドのBledesberg砂利を使用して行った工事ではセメント３%の添加で最適強度は６～９ヶ月で実現した。（図－２参照）石灰の場合１２ヶ月を過ぎると付着強度は低下し６～９ヶ月の値の６５%になった。この種の材料に対してはセメント（または石灰）の添加量は非常に微妙であり、少なすぎると実使用で破壊を起こし、多すぎるとブロッククラックあるいは時間と共に破壊を起こす。

材料自体の変動度合いが大きいので管理できる変数、例えばセメント量、水分は最大限良く管理することが必要である。現場混合の効率は相当に変動し、クイーンズランド幹線道路局のある局が公表したものでは添加量目標値に対して０.２５～１.５%変動している。

現場混合の場合の舗装体の中の石灰量の分布解析結果は表－１、表－２に示すように変動が大きい。

表-3 ARANプラントを使用したプラント混合セメント処理材料の試験結果

| 工事 No. | 試験回数 | セメント量     |      |                | 指定コントラクターの<br>合格率% |   |
|--------|------|-----------|------|----------------|--------------------|---|
|        |      | 測定値       |      | 指定値            |                    |   |
|        |      | $\bar{X}$ | S    | %              |                    |   |
| 1      | 98   | 3.49      | 0.19 | $3.75 \pm 0.6$ | 96.3               | A |
| 2      | 81   | 2.53      | 0.26 | $2.5 \pm 0.6$  | 98.1               | A |
| 3      | 143  | 4.05      | 0.22 | $4.0 \pm 0.6$  | 99.5               | D |
| 4      | 116  | 4.01      | 0.24 | $4.0 \pm 0.6$  | 98.7               | C |
| 5*     | 126  | 3.87      | 0.30 | $3.75 \pm 0.6$ | 94.0               | E |
| 6      | 88   | 2.97      | 0.21 | $3.0 \pm 0.6$  | 99.5               | F |
| 7      | 613  | 2.9       | 0.2  | $3.0 \pm 0.6$  | 99.3               | F |
| 8      | 65   | 2.95      | 0.37 | $3.0 \pm 0.6$  | 87.5               | G |

\*旧型のARANプラントのセメント供給はロータリベーンであった。このときは $n=210$ ,  $X=3.5$ ,  $S=0.6$ , 合格率=68%であった。

$\bar{X}$  - 試験数の全平均

S - 全試験の範囲の変動

% in spec  $\pm 0.6\%$ に入る合格率

$3.75$ 指定は $3.15-4.35$ が合格

M.R.D.Q Report 9/85

現場混合の舗装中の石灰のマイクロ分布解析は、Williams（参考文献10参照）表-1参照、Pappin（参考文献11参照）表-2参照では、ある層内で変動が大きく、どの材料ゾーンの特性が推定より若干良いと思われる点でもそうである。

ニューサウスウェルズ州幹線道路局の試験は、目標3%に対して1.32%の標準値差を示している。変動係数でいえば45.1%である。

プラント混合ではもっと良い管理ができて、材料中に添加材の分散を良くすることができる。

クイーンズランド幹線道路局の工事の記録は表-3にまとめてある。セメント量はクイーンズランド幹線道路局が行い水和熱試験で舗装のどの位置のものも調査した。

ARAN ABFCシリーズではセメントフィードは全てのケースで使用している。（ある結果は大きい変動を示すがこれはコントラクターは許容範囲の最低限に押えることができるものである）現場混合とするかプラント混合をするかの適合性を検討する時、材料のコストは現場混合の場合割増しするセメントまたは石灰の量を計算しなければならない。材料処理の目的と、構造上最終的な性能を発揮するのに必要な添加量の調査も重要である。

他の方法では保守費が高価になる所でも、安定処理を正しく設計すれば、天然材料の性能を向上させることで良い結果が生じ、実用的な道路を作ることができる。もし、失敗が起るとすれば、それは添加材の組合せ、添加材の量の不適當、混合不良、敷設技術の不良によるものである。

## 5. 剛性舗装構造

剛性コンクリート舗装は米国やヨーロッパでは広く実用になっており、オーストラリアでも、ニューサウスウェルズ州では相当の関心を引いている。最近の米国のコンクリート舗装の発展は鉄筋補強から鉄筋補強をしないコンクリートスラブとする方向に動いている。セメントを使用した下層路盤を、（ある例ではオープングレード排水路）排水の向上とジョイントの強化に用いることが注目されている。ジョイントでのポンピングと角欠けのロスが起きることは問題である。

舗装設計に低水分のコンクリートを使用するには新しくいくつかの問題が生じた。コンクリートから水分を減らすことと、セメント量をセメント処理路盤材に増加することは同一の高価があるか?”

この解答はその質問者がコンクリート系の方からか、または土質の方からかによって異なる。セメント処理路盤は（ローラコンパクトコンクリートと言う）はクイーンズランドやニューサウスウェールズ州に広く行われている。ニューサウスウェールズでは最初これは舗装の下層路盤に使用された。クイーンズランドの方ではセメント処理路盤材として使用する傾向があり、主要道路舗装の構造要素としてRCCに使用された。設計上の選択で基本的方針は疲労クラックを避けることである。機械的なモデルが開発され重要な設計相互関係を得るのに役に立つようになった。数年間この関係を現場データと比較し、施工の条件を入れて結果を得る方法が得られた。安定処理していない下層路盤の上に施工した厚み100mmと150mmのセメント処理路盤の間では、路盤材が粒状材より大きいモジュラスを示す時は寿命内で疲労クラックを起こしやすい。

計算によると、早期の疲労クラックを避けるためには、交通荷重と路床および材料特性によるが、200mm～350mmの厚みが適当である。この解析で限界規準となるのは剛体層の下層の引張ひずみである。セメント安定処理(CTB)とローラコンパクトコンクリート(RCC)は両方とも直接路床の上に舗設し、アスファルト混合物とチップシール摩耗表層と共に使用される。

全断面をCTBまたはRCCで施工することが多くなってきたが、最初は収縮クラックを心配し制限されていた。実際には収縮クラックは、チップシール上まで現われるケースで少なかった。

実際に起こったクラックは舗装性能の上で障害となることはなかった。初期の設計者は材令7日で2MPa (20.4kgf/cm<sup>2</sup>) UCSを指定していた。その後の研究でこの値は高くすることが必要と判明した。

セメント処理路盤材、またはローラコンパクトコンクリートを使用して、効果的で耐久性のある舗装を主要道路構造として造ることができる。しかし、セメント量が少な過ぎると引張りによる構造クラックを起こし、過剰なセメント量は接着力が強過ぎる表面をつくり、不必要な収縮クラックを発生する。

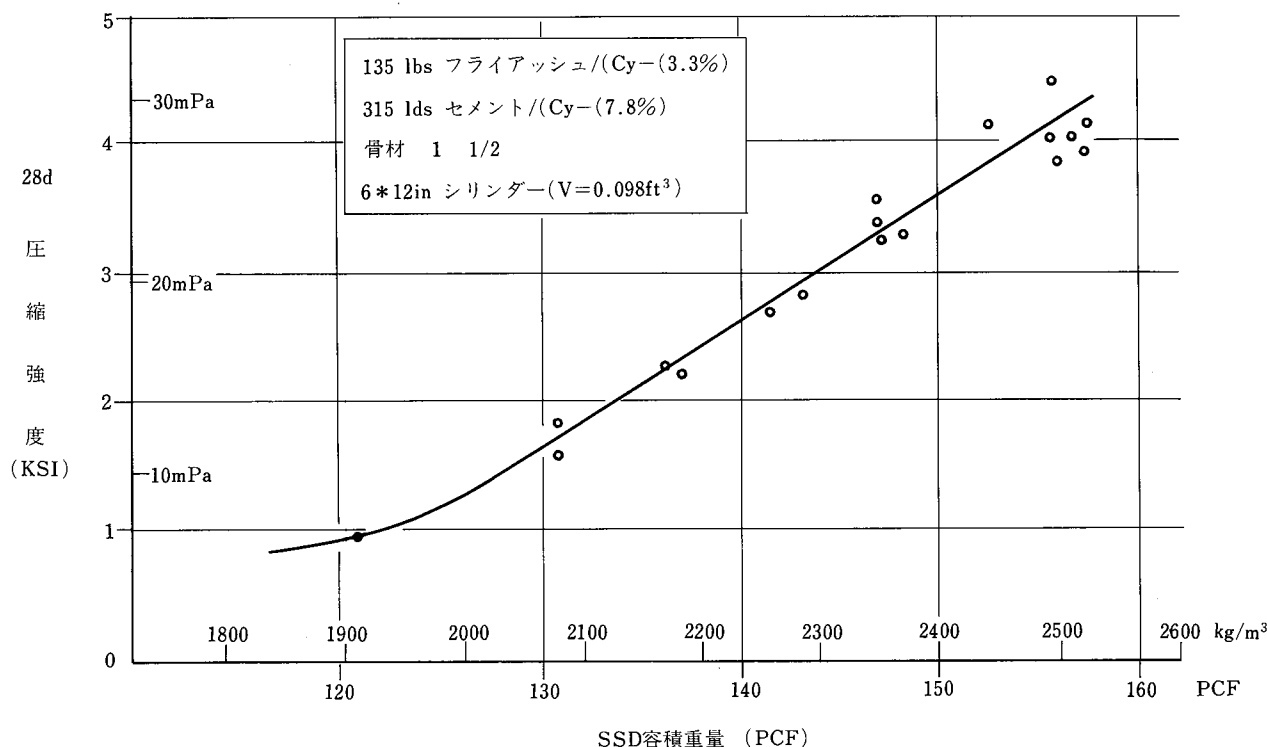


図-3 28日強度と密度の関係

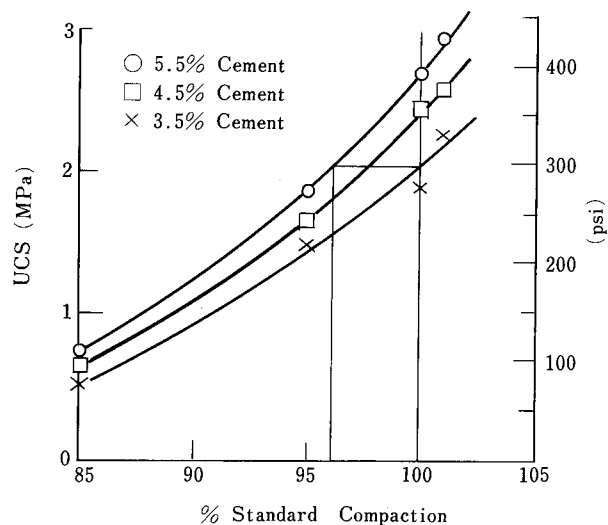


図-4. a 締固め度とUCSの関係、天然砂利について

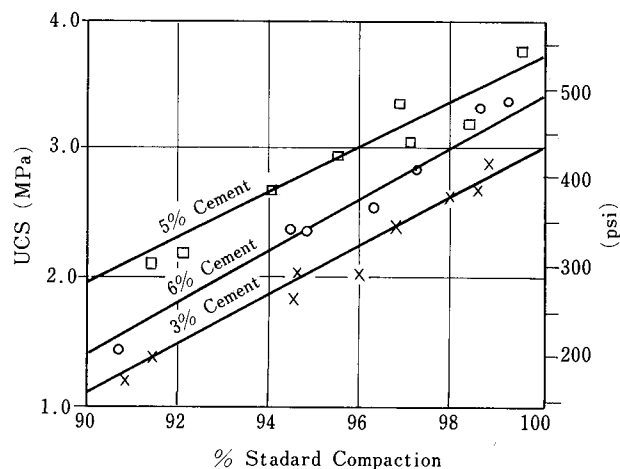


図-4. b 締固め度とセメント量のUCSに対する効果(Martin)

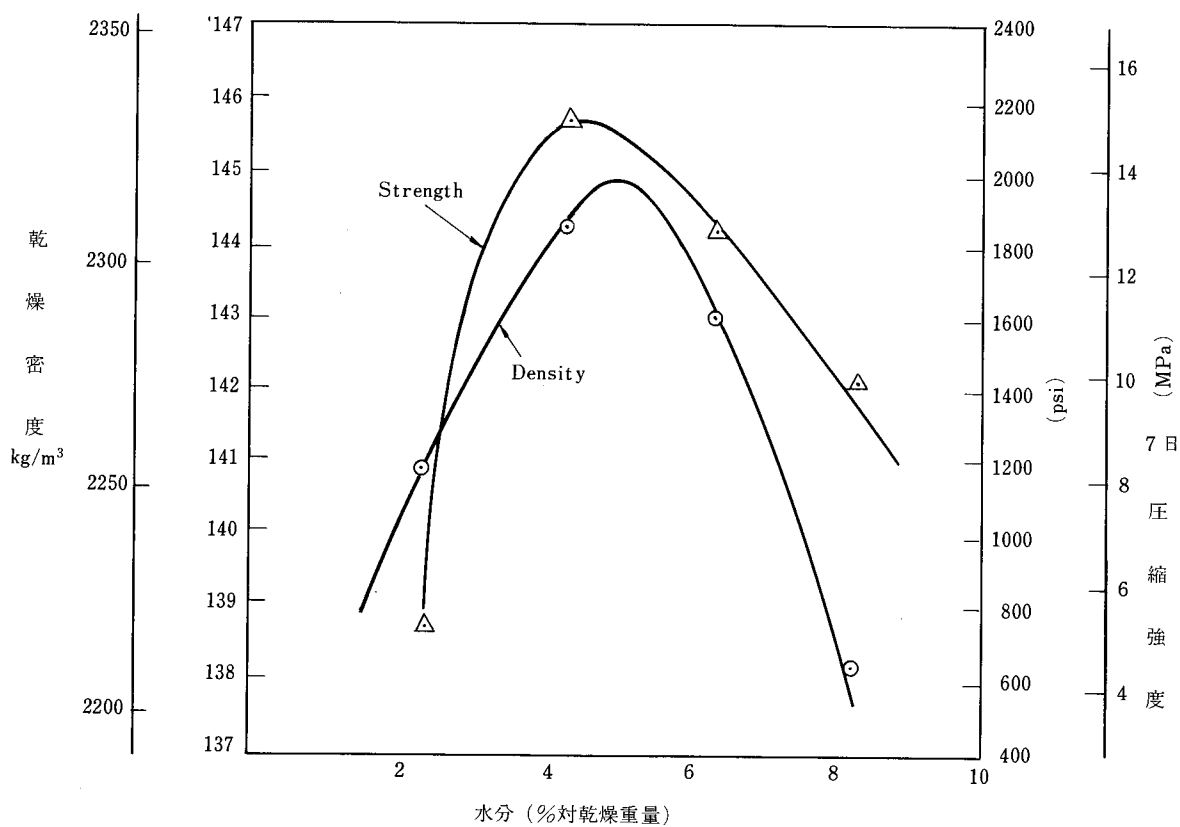


図-5 RCC実験室締固め度と圧縮強度試験結果

## 6. 基本的な諸関係

### 6.1 密度の役割

最近の研究では、ローラコンパクトコンクリートまたはセメント処理路盤および普通コンクリートの間の興味深い相違点が挙げられている。主要相違点の一つは、普通コンクリートは重力の下で外部振動機による粒子間の摩擦で締固めがされていることである。RCCまたはCTBはローラその他の強力エネルギーの締固め機で締固められることである。普通コンクリートでは、大きな骨材はそれが最も都合の良い方向に配列し、これらの骨材の

間はより小さい粒子で充填されなければならない。

RCCまたはCTBでは大きな骨材は最適な間隔に配置され、小さな粒子をその間にちょうど良く充填することは普通コンクリートより重要性が少ない。それゆえ強制的に締固めたRCCは密度が相当高い。

実験で示されたことは、強度の発現には密度が最も重要な要素である。より大きい強度が得られることは、セメント量の低減と収縮クラックの低減につながる。よりドライであるRCCまたはCTBでは、実際の混合方法とその管理は材料の仕様よりむしろ重要である。

クイーンズランドの道路局が天然材料を用いて行った工事で、標準プロクター密度を98%から101%に上げた場合は初期の強度に対してセメント量を3.5%から5.5%に増加するのと同じの効果があつた(図-4a参照)。同様の効果は図-4bにも示されている。明らかに締固めを良くする方法がセメントを多く使用するより安価である。過剰なセメントは締固めの代用とはならない。

ReevesとYatesがテキサスで行った多くのローラコンパクトコンクリートダム工事で、最大乾燥密度と最大強度の関係が非常に強いことが判明した。最適水分では最適強度が得られる。図-5で7日強度の最大値は最適水分量(4%)で達成される。

この種の材料ではスランプを問題にするのは意味がなく、むしろ混合と敷設時に土質的に考えたほうがよい。

Willow Creekローラコンパクトコンクリートダムプロジェクトで米軍工兵隊が行った工事では密度は強制締固めにより普通コンクリートよりも高くなり、28日強度では普通コンクリートの強度を15%上回った(図-3参照)。

もちろん剛性が少ない路床で、薄い層では高密度を得ることは困難である。ローラコンパクトコンクリートダ

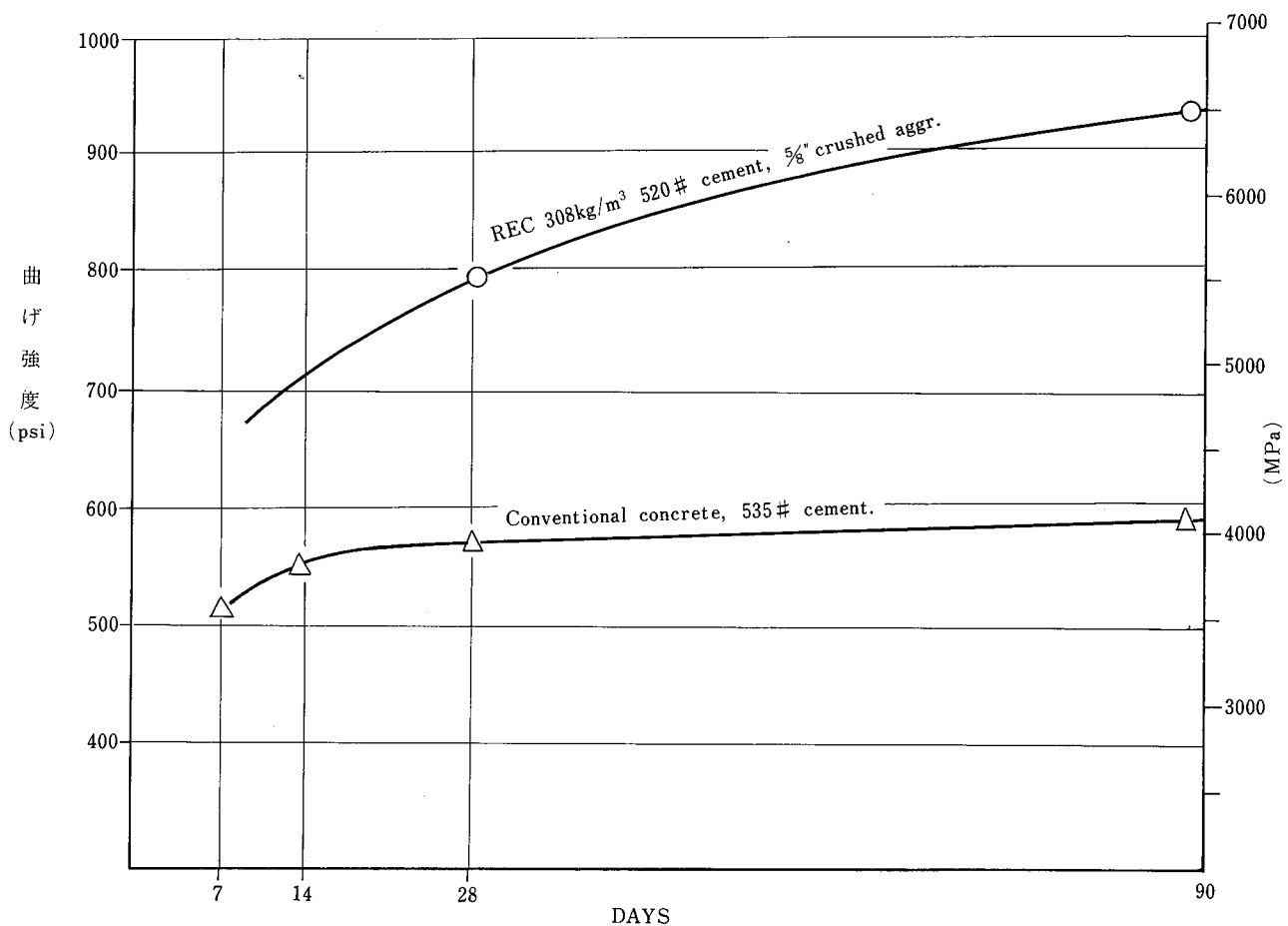


図-6

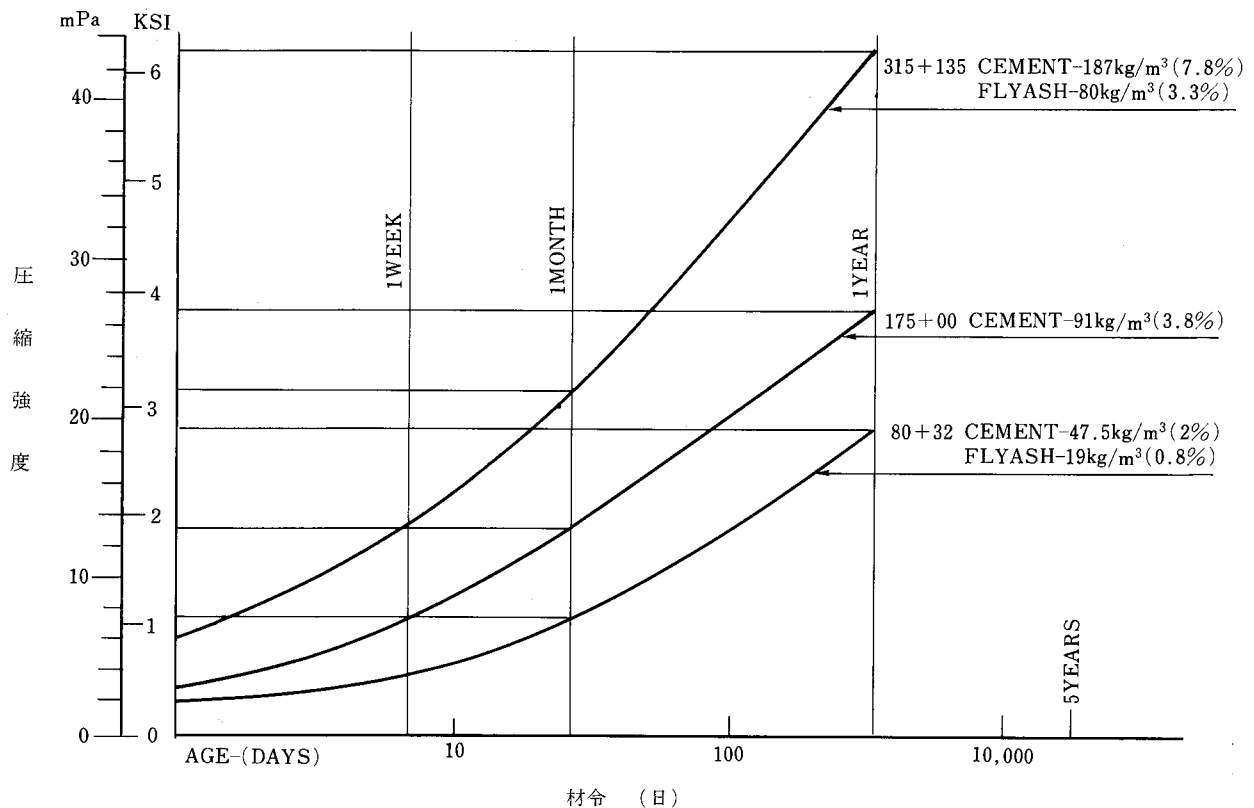


図-7 圧縮強度と材令の関係 (φ6×12シリンダー)

ムは固い硬化した基盤があり、これに対して締固めを行っている。道路舗装設計では現実的な到達可能な密度（路床、材料粒度、その他の要因を考慮）を目標とし、強度期待値を選定しなければならない。

## 6.2 マイクロストラクチャーの効果

米国工兵隊が比較的セメント量の多いローラコンパクトコンクリートを同一のセメント量を有する普通コンクリートと比較した結果28日曲げ強度は普通コンクリートより45%高く90日では曲げ強度は58%高いことが判明した（図-6参照）。

曲げ強度の増加と圧縮強度の増加の主な要因はローラコンパクトコンクリートがより密な構造になるからであると説明できる。適切に締固められて、最適な水分状態に養生されるとこの材料は、典型的なマイクロクラックが起きにくい。このことと他のファクターによりこの材料の引張強度を増加することになり、道路に対する適合性が増加する。RCCまたはCTBで強制的に締固めたコンクリートでは割合に低セメント量で相当な強度のコンクリートが確保できる。図-7に米国工兵隊がWillow Creekダムプロジェクトで行った工事の結果を示す。この結果で、セメント量2%、フライアッシュ0.8%の配合で、28日強度7.5MPa（76.5kgf/cm<sup>2</sup>）が達成できる。セメント量3.3%で、フライアッシュなしでは13MPa（132.6kgf/cm<sup>2</sup>）、セメント量7.8%、フライアッシュ3.3%では22MPa（224.4kgf/cm<sup>2</sup>）となる。

## 6.3 強度は材令と共に増加する

ノンプラスチック砂を用い適切な締固めを行ったRCCまたはCTBは普通コンクリートよりずっと材令とともに強度増進が大きい。図-7で見るとおり、セメント量2%、3.8%、7.8%では、材令1年の圧縮強度は19.3MPa（196.9kgf/cm<sup>2</sup>）、27MPa（275.4kgf/cm<sup>2</sup>）、43MPa（438.6kgf/cm<sup>2</sup>）である。高強度の配合のセメント量7.8%とフライアッシュ3.3%は材令1年では材令28日の95%以上高くなる。この報告の試験データは1年後でも強度は増

加していることを示すが普通コンクリートは材令1年よりもっと前に強度増加が止る。

普通コンクリート技術は微粉末（75ミクロン以下）が多いとコンクリートに破壊的な影響を与えるといわれている。それゆえ微細砂は微粉を除くため水洗するのが一般的な方法である。上記のWillow Creekダムプロジェクトではこの水洗をRCCまたはCTBに対して指示した（図-8参照）。

全てミックスは3in骨材Willow Creek産を使用

セメントタイプ II 175kb/cu yd (3.8%)

フライアッシュ クラス S80lb/cu yd (2.0%)

比較する同一の配合で、セメント量3.8%、フライアッシュ2%で、普通コンクリートの180日がベースラインとすると、低シルトのRCCは26%高い圧縮強度であり、高シルトRCCは44%高い圧縮強度を有する。換言すれ

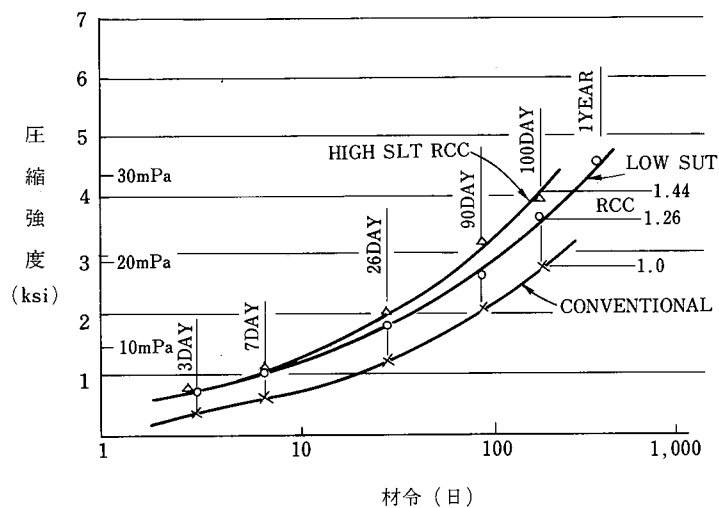


図-8 普通コンクリートスラブ2in 水洗配合骨材、AEA,WRA

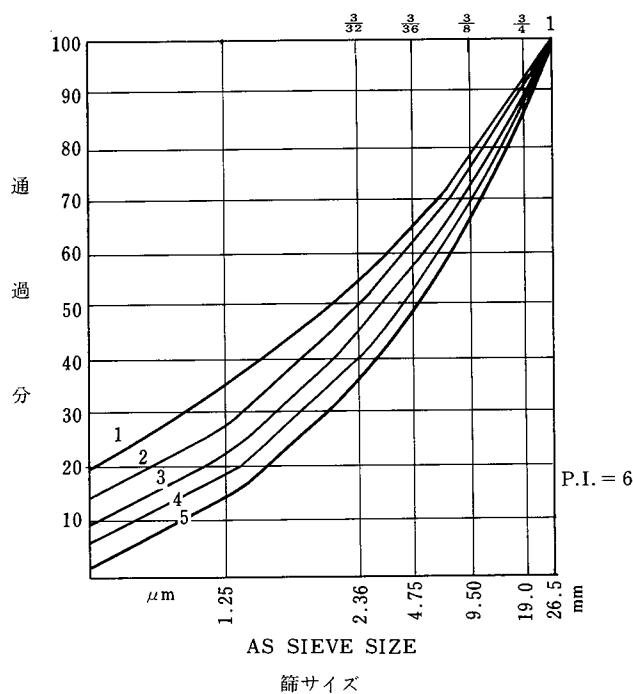


図-9 実験した碎石の粒度

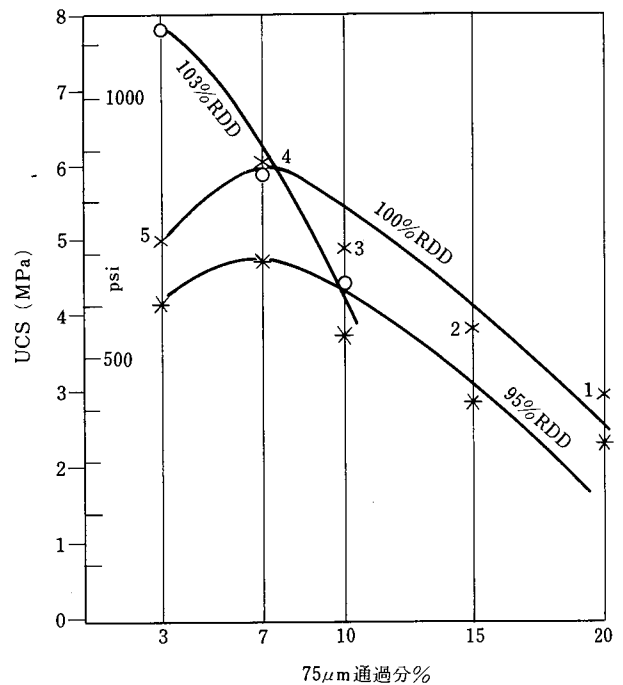


図-10 材令7日のUCSと実験碎石の75μm 通過分の関係

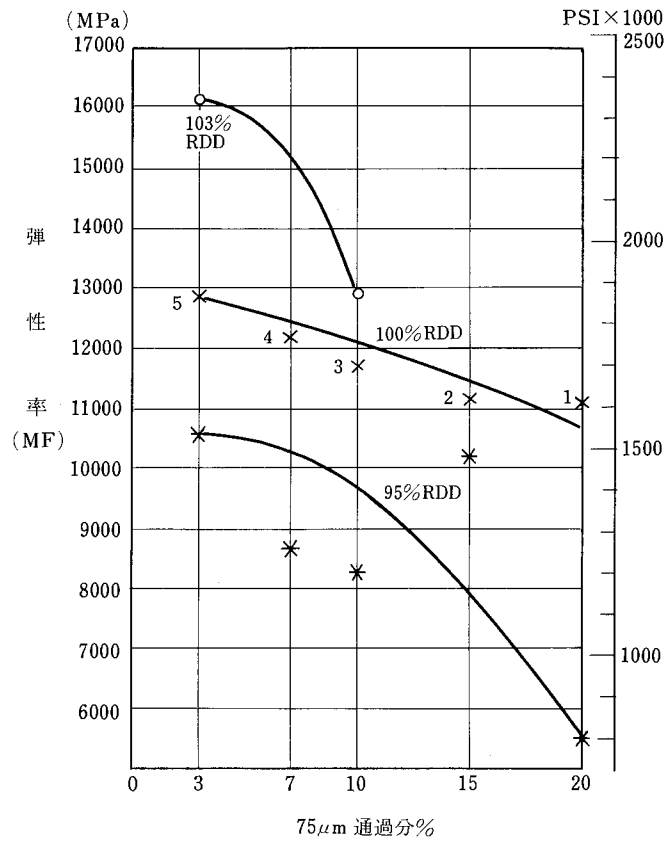


図-11 弾性率と75μm通過分%の関係(砕石粒度1-5)

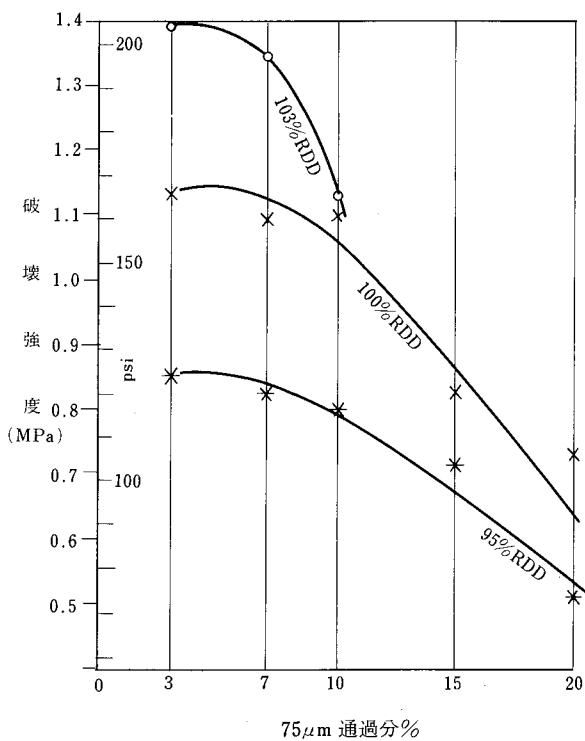


図-12 a 曲げ強度と75μm通過分%の関係(砕石粒度1-5)

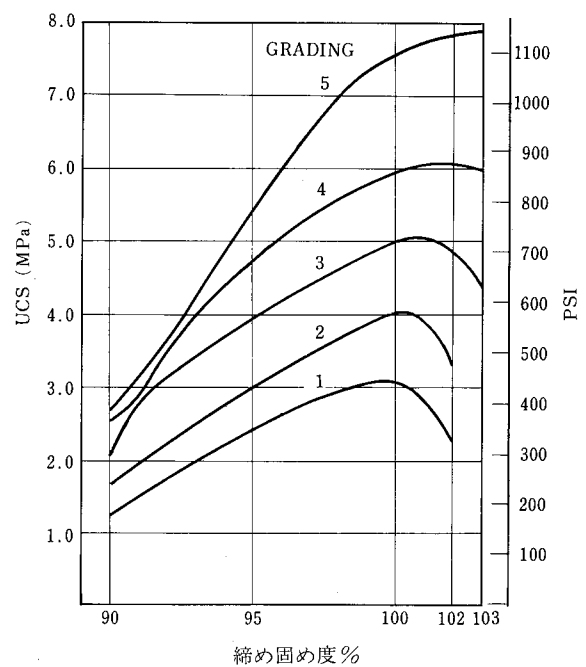


図-12 b UCSと締め固め度%の関係

ばRCCに限ればシルトの増加7%～8%は約14%の強度増進がある。さらに研究によれば75 $\mu$ m以下の微粉材は時には必要であり、ノンプラスチック微粉は重量で25%程度迄は危険ではない。

微粉末がプラスチックであると効果は逆である。クイーンズランド主要道路局で行った土質骨材評価試験を図-9,10,11,12に示す。

試験した材料は塑性指数=6である。試料は75 $\mu$ m以下の微粉が3%から20%のものを用意し、セメント量を4%にして調整した。圧縮強度、弾性率、曲げ強度をシルト減少と増加に対して試験した。

舗装に対しては、粒子の結合が不十分であると収縮クラックおよびジョイント破壊と砂の噴出を起こす剪断能力低減を起こすことが考えられる。

シルト分がある方が良いという効果は、ローラコンパクトコンクリートタイプ構造では大きい骨材の粒度にはそれほど影響はなく、広い範囲の粒度が使用可能である。ダム等の構造ではクラッシャランを使用し、コストを低減させている。優れたローラコンパクトコンクリートダムが米国Parachute Coloradoで建設中であり、これは完全にオイルシェールを破碎したもので施工され満足な結果を得ている。

#### 6.4 収縮クラック

一般に、低水セメント比、低セメント量、強制締固めをするとCTBとRCCは普通コンクリートより収縮が少ない。それゆえ通常はスラブジョイントを設置することは必要がない。舗装ではランダムクラックは正規のジョイントより構造性能に影響が少ないことが多い。CTBまたはRCCは、強制締固めすることと、低水セメント比のため、クラック幅は小さく、強い粒子間のインターロックがクラック内で起きる。CTBまたはRCCは、プラスチック微粉末を含まず、十分な強度を有していると、構造の剪断応力が確保され、収縮クラックを防ぐことになる。

実際の舗装では収縮クラックの問題は化粧程度の役割であるが、凍結融解がある所ではクラックは大きい問題となる。

一般に普通コンクリートの収縮は、350～650マイクロストレーンのオーダーが普通であるが、良く管理されたCTBまたはRCCでは100～200マイクロストレーンとなる。(図-13参照)

プラスチック材料例えば陸上砂利等を使用するとRCCとCTBは自然収縮特性が強くなり、発生するクラックは問題となる。あるRCCとCTBでは800マイクロストレーンに達する収縮が起きたが、これは不適な微粉と過剰の水分がこの主要な原因であった。Copperfield Riverダムは、Kidston Gold Mineと関連して1984年に、

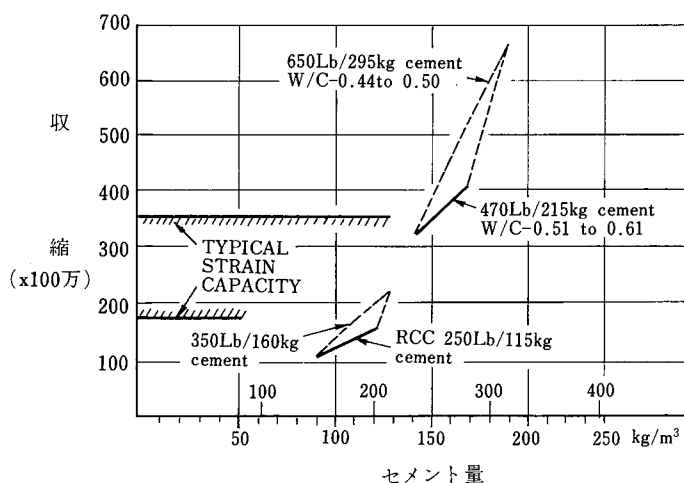


図-13 RCCと普通コンクリートの比較

340,000tonのローラコンパクトコンクリートにより建設された。このダムは2箇所に注意深くコントロールジョイントを入れた。ダムの主要中央部は1年で冬季の温度低下により収縮クラックを起こしたが、このクラックは2mm以下であった。

#### 6.5 RCCとCTBを摩耗表層とした場合

一般に、オーストラリア、南アフリカおよびヨーロッパの工事ではRCCまたはCTBの上にアスファルト摩耗表層を設ける。適当な施工をするとこれらの材料で十分乗り心地の良い道路を建設することができず、摩耗表層は単にシールとすべり抵抗を確保するためである。低セメント（4～5%）のミックスは直接交通に開放すると表面で若干損傷を受ける。新しい試みとして、ローラコンパクトコンクリートが上にシーリングまたは摩耗表層無しで施工されている。

スウェーデンでは28日強度を得るために、セメント量12%に微細なマイクロシリカ（シリカ工業の副産物）を添加している。若干の乗り心地の問題を解消するため、スウェーデンでの当初設計は敷設の後に機械処理を行った。

Portland Oregon U.S.A.の空港では、新しいタクシーウェイとパーキングエリアがローラコンパクトコンクリートで舗設された。このプロジェクトでは高セメント量（15%）とし、表面強度を確保することとした。

RCCまたはCTBを直接表層に使用する場合は、最大粒径は20mm以下とすべきである。粒径の大きな骨材は、道路の使用が進むと、つるつるした摩耗表層をつくることになる。

#### 6.6 調整したRCC材料の製造と敷設

この報告の当初に述べたようにこの種の材料の使用法とそれに影響する条件について良く理解しないと製造設備について論ずることはできない。多くのファクターが、この処理材料を舗装その他に利用するためにキーポイントとなる。それらは；

1. 均一性
2. 添加材料の正確な管理
3. 水分管理を正確にする
4. 混合後に速やかに敷設し仕上げる
5. 敷設の寸法を正確にする
6. 適切に完全に締固める

最初の3個の制限は混合プラントに関連するものである。バッチタイプのプラントがCTBまたはRCCに対して試験されたが一般的に多くの制限がある。

敷設工事と舗設の能力が大きいのので、これにはバッチプラントは余程容量が小さくないと対応できない。通常のトラックマウント型トランジットミキサは、このシステムの経済性を発揮するには遅く、能力が不足である。ドラムミキサはプラントまたはトラックマウントのいずれであっても低水分の材料、特にシルト質分が多い材料を処理するのは困難である。混合が効果的でないばかりでなく排出も困難である。配合管理が最も良い方法と思われるバッチタイププラントは必ずしも正確ではなく、多くの場合最近の連続式ミキサの成功に比べて劣るものである。

伝統的なパグミルタイププラントがセメント処理路盤材またはソイルセメントタイプ材料に使用されている。旧式のパグミル（残念なことにこのタイプのものは世界の各地で今も多く使用されている）比較的セメント分の管理はあまり正確でなく度々キャリブレーションが必要となる。ほとんどの初期のプラントでは、セメントとフライアッシュはミキサから相当に離れた位置でコンベヤベルト上に添加されていた。このことが全てのコント

ロールを困難にし、非常に注意して運転しないと規格外れの材料をつくることになった。

ARANA社が開発設計した新型連続式混合プラントは、オーストラリアではこのような問題を改善して成功している。

パグミルタイプミキサはコンピュータと似ていて、使い方による差がしやすい。それ自身の容量は小さく粒度調整または不良粒度の骨材を再調整することはできない。骨材が均一、等質でない時は他の成分（例えば砂または小サイズ骨材）を適当な割合でミキサに添加すること、あるいは個別にフルイ分けした骨材を正確に配合して再混合することが最も良い方法である。

最近の連続式ミキサプラントは、粒状材料、セメントまたは石灰調整材料、セメント処理路盤材、ローラコンパクトコンクリート、あるいは普通コンクリートも、その多くの制限条項を満足して製造することが可能である。

普通コンクリートのスランプ10mm～100mmのものはもっとドライな材料の場合より制限事項が多い。コンクリートは敷設の時の流動性をスランプにより管理するのでスランプ管理は非常に重要である。必要以上の水分は水和プロセスの最終結果に重大な影響を与えるので微細なセメント粒子の分散を良くすることが大切である。

広範囲の開発計画と評価プログラムにより、ARAN社製連続式混合システムは新シリーズASR280Cによって完全に普通コンクリートの製造ができるレベルにまで達した。この機械は材料供給および計測管理の分野では設備強化を行い、混合の性能を向上させている。混合した材料は、敷設場所にできるだけ近くに確保することが必要であるので、移動性が高いことは非常に重要である。

新しいクイーンズランド道路規準は混合から最後のセメント結合材料の締固め迄の時間は2時間以内に制限されている。この時間はやや長すぎると考えられており、最も良い付着は最も短い時間内で敷設することであるとの意見や証拠が多い。

ARAN社開発特許の新セメントフィーダは旧式の普通に使用されていたセメントフィーダーに対する不満を解消し、全ての環境で正確な計量をすることができるようにしたものである。セメント、フライアッシュ、および石灰は容易に流動化するもので、これらは普通施工現場に空気圧送式バラ輸送車で輸送される。これらの材料は、流動化された状態と流動化されていない状態の間では、非常に大きい密度と流動性の相違があり、このため正確に計量することが困難であった。新しいフィーダシステムとサイロ内材料添加の処理システムの改善により、セメントその他の材料を非常に良い精度で計量記録できるようになった。一度キャリブレーションすると、このシステムは、注意深く操作すれば定常的に管理を続けることができる。

Upper Copperfield Riverダムの1ヶ月以上の施工で、機械指示のセメント消費量と実際に購入した量の65,000tonを超えるセメント量との差は0.003%であった。

相当量の微粉分、特に天然のシルトまたは土を含む材料は、普通の粒状の配合骨材よりもっと密に細かい所まで、混合されることが必要である。新シリーズパグミルはこのため長さを長くし、天然材およびプロセス材料のいずれも良く混合できるようにした。

水分はミキサに添加する時、添加材料がダストとなって飛散するのを防ぐように添加し、できるだけ均一にミキサの全領域に行き渡る様にしなければならない。我々が開発した水分分散システムは多くの現場経験によりできたもので全てのタイプの材料の混合に適している。

全てのセメント添加処理材あるいは天然シルトおよび砂利は同一の様式で混合されるのではない。違った材料ではミキサ速度を変える方が良い結果を得ることができることが判明した。ARANミキサは普通のミキシングブレードより大きいブレードを有し、混合室内を粘着性のある細かい材料と粒状の材料が適当に移動を繰返し、

相互に作用をする。高範囲の現場経験により、わずかな調整をすると、非常に細かいオーストラリアのアウトバックの充填材料から粒状のローラコンパクトコンクリート型の材料ならびにスランプで管理するコンクリート迄混合することができる様になった。

以前は正確に計量することが配合に対して最も良い方法であると考えられていた。これはバッチング方法による考え方である。ARAN社が開発したプラントは、材料の計量を容積で行い、その精度は正確で変動も少ないことが判った。購入希望者が指定すれば比率指示機と計量指示計をオプションで取付けることができ、材料の比率を何時でも見ることができる。ARAN社モービル連続式ミキシングプラントとその関連付属システムは、添加材料と水を正確に添加し、経済的に敷設現場に近い所に設置することができる。

セメント（またはフライアッシュあるいは石灰）の添加を普通の粒状材料に対して行う時にも同様である。水分は非常に高い精度でプラントミックスの時、敷設時および舗装の全深さに対して確保することができる。

均一な材料を均一に調整し敷設すると、安定した方法で均一な品質の舗装が完成できる。

#### 6.7 敷設

グレーダ敷設方法は粒状材料には適しているが、セメントその他の調整材料の敷設には不適当である。湿った粒状材料は時間による特性の変化が少ないが調整材料では、このように連続してグレーダで作業する時に、水分損失と分離が生ずる。カリフォルニアで行った試験では繰返し作業の結果セメント結合材料の強度が低下した。グレーダでこれらの結合材料を敷設し、締固め、最終整形を行うことは非常に危険であり、調整材料の特性を無くしてしまう。

したがって、ワンパスで調整材料を敷均すことが重要となる。これができるのは高締固めタイプのアスファルトフィニッシャであり、これは材料の敷均し、締固めを予定寸法通りに行うことが可能である。

ARAN社が開発中の新しい敷設システムは、セメント結合材料の舗装の種類を拡大することができる。一度敷設された材料は直ちに転圧され、乱さないようにして最も良い状態で硬化させなければならない。調整材料または粒状材料はこのようにして適切な方法で敷設されると、非常に良い乗り心地の仕上りを確保できる。振動の軽い、軽量型スクリッドを備えた通常のフィニッシャはCTBまたはRCCのような厚い層の舗設には問題がある。また下層路盤の不出来は表層部分の表面性状に影響を与える。最初の敷設時の密度が高いほど最終締固めでの形状変化が少ない。

クイーンズランドの工事で分ったことは、良い乗り心地を確保するためには、材料の均一性が最も重要であることである。現在の敷設機械の性能は水分の変化と締固め度をコントロールする余裕がない、同様なことが粒度変動に対してもいえる。セメント量を変えても水分が変れば締固め度に影響する。

最も良い乗り心地の道路をつくるには、調整材料の粒度と混合の管理が重要となる。

粒度があまり良くなく、微粉末がある場合には、現在の方法では乗り心地の良い道路をつくるのが難しいので、クイーンズランド幹線道路局では調整材料の粒度範囲を狭く決めている。

優れた舗装をするには、特に表層部分は、材料、混合、敷設の均一性が重要なポイントとなる。

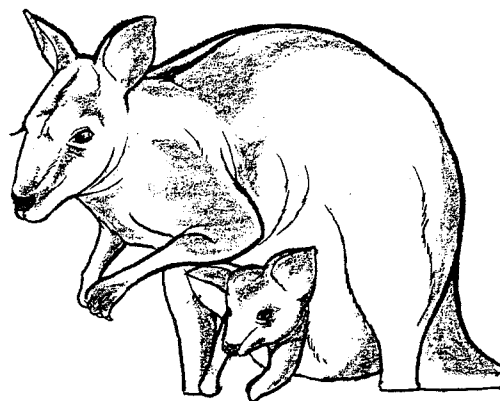
#### 7. 結論

セメント調整材料の使用法を決めるには、長い道のりがあった。これらの材料がもっと広く使用されるようになりもっとデータが利用できるようになると現在の問題点も消滅すると考えられる。現在でも多くの材料が経験により問題を解決して利用されている。もし、セメント処理材料またはローラコンパクトコンクリートが、適当なセメント量のレベルで、正確な混合と、注意深く敷設が行われれば道路舗装に対して相当の経済性を有し、他

の舗装法に比較して優れたものとなるであろう。

Willow Creek, Oregonに最初に全ローラコンパクトコンクリートダムが1982に建設されてから、この材料は世界の多くの場所で多くのダムの主要な建設材料となった。同様のものが、日本に数箇所、オーストラリアに2ヵ所、米国に数箇所建設完了また建設中あるいは、多くの計画がされている。ローラコンパクトコンクリートダムは他の方法に比較して1/2～1/3のコストである。

この材料を活かすキーポイントは利用する天然材料の性状の把握と正確な配合および混合で、さらに正確で機敏な敷設と高密度を確保することである。残った主要な問題は試験方法と仕様を材料特性にもっと適した方法にすることである。実験室で得られるRCCまたはCTBの密度が現場で得られる密度より低いことは誤解を招き、設計強度を確保するため不適当なセメント量を指定することになる。努力と考えを変えることによりこの問題は解決され公共の利益となることが多い。



## 謝 辞

このたび、主としてRCCPに関するオーストラリアの実情を調査すべく「オーストラリア道路舗装調査団」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 4-88175-026-7 C3051 ¥1000E

## オーストラリアRCCP調査報告書

1989年3月発行

定価1000円

(本体971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

ミズノプリテック株式会社