

すぐに
役立つ

セメント系 補修・補強材料の 基礎知識

第2版

セメント協会

推薦のことば

現在、わが国では、高度経済成長期に建設された多くの社会資本が高齢化を迎え、適切な維持管理対策が必要なコンクリート構造物が年々増加している。このような状況の中、近年、コンクリート構造物の維持管理に関する関心が高まり、関係学会や団体による取り組みが積極的に行われ、幅広い分野で指針やマニュアル等が多数刊行されている。

一方、セメント協会では、2004年4月に「コンクリートの補修専門委員会」を発足し、約3年間の活動により、2006年8月に、本書の初版となる「すぐに役立つ セメント系補修・補強材料の基礎知識」を発刊した。

しかし、現在でも補修・補強材料に関する性能分類が曖昧であり、発注者や設計者が材料の選定に際し、判断に苦慮するとの声を耳にする機会が少なくなく、誤った材料を選定したためにひび割れが発生する等の不具合も発生している。

そこで本書は、初版では取り扱わなかった、① ひび割れ注入工法・表面被覆工法・表面含浸工法・はく落防止工法・電気化学的防食工法の解説、② 耐久性に対する考え方やライフサイクルコストについて、構造物と補修との係わりを中心とした解説、③ 劣化原因や劣化状況に応じた補修工法の選定方法についての解説、④ これまでユーザーからメーカーに寄せられた事例を参考に、現場でしばしば繰り返される補修・補強材に関する失敗例を新たに加えると同時に、最新の規格・規準値を記載・引用し、初版に比べてより内容を充実させた改訂版を約3年の活動により、2011年8月に発刊するに至った。

本書は、コンクリート構造物の補修・補強を実施する際の課題の理解や解決の一助として、現場担当者が日常業務の中で活用しやすく、視覚的にもわかりやすい資料となっており、実用書として極めて価値が高い。

今回の出版にあたり、本書の作成に労をとられた諸氏に対して深く敬意を表するとともに、仕様書や補修マニュアルが十分に確立されていない発注者の方々を始め、本書がコンクリート構造物の維持管理に係わる多数の方々に愛読され、今後の技術の発展に大きく貢献することを期待する次第である。

2011年8月

東京大学 名誉教授 魚本 健人
宇都宮大学大学院 工学研究科 榊田 佳寛
東洋大学 理工学部 都市環境デザイン学科 福手 勤

序

わが国では、1960年代以降の高度経済成長期に建設された多くの社会資本ストックが、今後高齢化を迎え、これらストックへの適切な維持管理、補修・補強の必要性が認識されている。その一方で、これら社会資本ストックの大多数を維持管理する地方自治体では、予算や人員等の問題から、十分な維持管理体制を維持する事が難しいケースもある。実際、全国に約15万橋ある道路橋の中には、維持管理の手当てが不十分なため、大型車両の通行制限や車両の通行止めといった処置がとられているケースも出始めている。

セメント協会では、2004年4月「コンクリートの補修専門委員会」を設置し、約3年間の活動を行い、その一環として、2006年8月に、本書の初版となる「すぐに役立つセメント系補修・補強材料の基礎知識」を発刊した。これは、補修材や補強材を供給する製造業者の立場から、発注者、設計者ならびに施工業者の皆様に、セメント系補修・補強材料を実際に使用する際に活用しやすい技術資料となる事を目的に編集したものである。技術資料のとりまとめと同時に、資料の普及・解説を目的に、全国11箇所で開催した技術セミナーを開催し、約2,000名の多くの方々にご参加頂いた。

その際、セミナーにご参加頂いた方々から、技術資料のさらなる充実を求める声を多数頂いた。これらの声を受けて、本委員会は、2008年8月から活動を再開し、本書を出版した。本書の主な特徴は以下の通りである。

- ① コンクリートの補修・補強材は無機系と有機系に大別されるが、本書は前書と同様、既存コンクリートの性状に近い無機系材料の中で圧倒的に使用実績の多いセメント系材料を中心に解説を加えた。
- ② 前書では取り扱わなかった、ひび割れ注入工法・表面被覆工法・表面含浸工法・はく落防止工法・電気化学的防食工法について、標準的な施工要領も含め解説を加えた。
- ③ 補修・補強に使用する材料の耐久性能だけでなく、構造物全体としての耐久性という観点から、耐久性に対する考え方やライフサイクルコストについて、構造物と補修との係わりを中心として解説を加えた。
- ④ 構造物をより長く使用するためには、劣化原因や劣化状況に応じた補修工法の選定が重要なポイントの一つとなる。この事を踏まえ、補修工法の選定方法について解説した。
- ⑤ これまでユーザーからメーカーに寄せられた事例を参考に、現場でしばしば繰り返される補修・補強材に関する失敗例を「間違った材料選定・施工手順」としてとりまとめた。
- ⑥ 本文中の引用規格・規準および巻末に記載した「各機関の規格値および要求性能の一覧」に関して、記載すると同時に、市販製品の物性値についてもデータを更新した。

本書がより多くの皆様に活用され、セメント系補修・補強材の理解の一助になれば幸甚です。

最後に、本書を作成するにあたり、多くのご指導とご助言を賜りました東京大学 魚本健人名誉教授、宇都宮大学大学院工学研究科 榊田佳寛教授、東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 福手勤教授をはじめ、多くの関係者の方々に対しまして、心より御礼を申し上げます。

2011年8月

コンクリート補修専門委員会委員長

山田 浩司

セメント協会 コンクリート補修専門委員会 委員構成

(順不同敬称略)

委員長	山田 浩司	住友大阪セメント株式会社
委員	星 俊彦	日鐵セメント株式会社
	(八島 洋	日鐵セメント株式会社 2010年12月交替)
	志澤 三明	株式会社トクヤマ
	小川 彰一	太平洋セメント株式会社
	眞崎 克彦	宇部興産株式会社
	神崎 隆男	株式会社デイ・シイ
	(久家 立	株式会社デイ・シイ 2011年4月交替)
	宮口 克一	電気化学工業株式会社
	前田 禎夫	麻生ラファージュセメント株式会社
	田原 英男	三菱マテリアル株式会社
	堀 健治	新日鐵高炉セメント株式会社
	鈴木 崇之	日立セメント株式会社

事務局	佐藤 智泰	セメント協会
	(村田 芳樹	セメント協会 2010年3月交替)
	佐々木健一	セメント協会
	(泉尾 英文	セメント協会 2011年3月退任)

A-WG

主査 委員	田原 英男
	八島 洋
	眞崎 克彦
	堀 健治
	鈴木 崇之
事務局	佐々木健一
	(泉尾 英文 2011年3月退任)

B-WG

主査 委員	小川 彰一
	志澤 三明
	久家 立
	宮口 克一
	前田 禎夫
事務局	山田 浩司
	佐々木健一
	(泉尾 英文 2011年3月退任)

目 次

第 1 章 補修・補強対策の一般	1
1.1 コンクリート構造物の補修・補強とは	1
1.2 維持管理の流れ	2
1.3 補修・補強工法の分類	5
1.3.1 補修（改修）工法	5
1.3.2 補強工法	8
第 2 章 用語の定義	9
2.1 一般名称と用語定義	9
2.2 断面修復材	9
2.2.1 施工方法を示す用語	9
2.2.2 使用材料を示す用語	10
2.2.3 材料性能を示す用語	11
2.3 無収縮グラウト材	13
2.3.1 施工方法を示す用語	13
2.3.2 使用材料を示す用語	13
2.3.3 材料性能を示す用語	13
2.4 その他の材料, 工法	14
2.4.1 表面保護工法	14
2.4.2 ひび割れ注入工法と注入材	14
2.4.3 電気化学的防食工法	15
第 3 章 補修工法の選定	17
3.1 劣化原因と現象	17
3.1.1 中性化	17
3.1.2 塩 害	17
3.1.3 凍 害	17
3.1.4 化学的侵食	17

3.1.5	アルカリ骨材反応	17
3.2	補修工法選定の方法	23
3.3	補修工法選定例	24
3.3.1	土木分野	25
3.3.2	建築分野	26
3.3.3	土木・建築分野共通	27
第4章	断面修復工法と断面修復材	29
4.1	断面修復工法の一般	29
4.2	断面修復材の一般	29
4.3	工法の種類と特徴	30
4.3.1	左官工法	30
4.3.2	充てん工法	31
4.3.3	吹付け工法	31
4.4	工法の選定	33
4.5	断面修復材の種類と特徴	33
4.5.1	セメントモルタル	34
4.5.2	ポリマーセメントモルタル	34
4.5.3	施工時に併用するその他の材料	35
4.6	断面修復材の選定	35
4.7	要求性能の分類と確認方法	36
4.7.1	力学的性能	37
4.7.2	ひび割れ抵抗性	48
4.7.3	はく落抵抗性	50
4.7.4	耐久性	50
4.7.5	施工性能	55
4.8	市販製品の性能	57
第5章	その他の補修・補強工法と材料	59
5.1	グラウト工法と無収縮グラウト材	59
5.1.1	グラウト工法	59
5.1.2	無収縮グラウト材の特徴	61
5.1.3	その他のグラウト材	61
5.1.4	性状の確認方法	63
5.1.5	市販製品の性能	69
5.2	表面被覆工法と表面被覆材	69

5.2.1	概 要	69
5.2.2	材 料	71
5.3	表面含浸工法と表面含浸材	73
5.3.1	概 要	73
5.3.2	表面含浸材の種類	73
5.3.3	要求性能および適用範囲	75
5.3.4	品質性能と試験方法	75
5.4	ひび割れ注入工法と注入材	77
5.4.1	概 要	77
5.4.2	ひび割れ注入材	77
5.5	はく落防止工法	81
5.5.1	概 要	81
5.5.2	材 料	82
5.6	電気化学的防食工法	83
5.6.1	概 要	83
5.6.2	電気防食工法	83
5.6.3	脱塩・再アルカリ化工法	87

第 6 章 施工要領の代表例 91

6.1	断面修復工法の代表的な施工要領	91
6.1.1	施工工程	91
6.1.2	前処理工	92
6.1.3	断面修復工	96
6.1.4	養 生	103
6.1.5	冬期・夏期における注意事項	103
6.2	グラウト工法の代表的な施工要領	108
6.2.1	無収縮グラウト材の計量と練混ぜ	108
6.2.2	無収縮グラウト材の注入	114
6.2.3	冬期・夏期における注意事項	115
6.3	表面被覆工法およびはく落防止工法の代表的な施工要領	116
6.3.1	施工要領	116
6.4	表面含浸工法の代表的な施工要領	118
6.5	ひび割れ注入工法の代表的な施工要領	119
6.6	電気防食工法の代表的な施工要領	121
6.7	脱塩, 再アルカリ化工法の代表的な施工要領	122

第7章 使用材料の管理・検査と留意点——125

7.1 使用材料の管理および検査	125
7.1.1 製造・販売業者が実施する管理および検査	125
7.1.2 材料購入・使用者が実施する管理および検査	125
7.2 使用材料の留意点	126
7.2.1 貯蔵方法	126
7.2.2 安全衛生	127
7.2.3 使用の制限	127

第8章 補修した構造物の耐久性とライフサイクルコスト——129

8.1 コンクリート構造物の耐久性	129
8.2 補修材の耐久性	131
8.2.1 補修材に求められる性能	131
8.2.2 補修材に用いられるポリマーセメントモルタル	132
8.2.3 ポリマーセメントモルタルの耐久性	132
8.3 構造物の再劣化	135
8.3.1 再劣化とは何か？	135
8.3.2 再劣化の原因	136
8.3.3 再劣化を生じさせないために	139
8.4 ライフサイクルコスト (LCC)	141
8.4.1 LCCとは	141
8.4.2 LCC算定のための維持管理シナリオ	141
8.4.3 LCCの算出例	141
8.4.4 LCC算出における課題	142
8.4.5 アセットマネジメント	144
8.4.6 まとめ	144

まとめ知識

● 調査・診断における鉄筋腐食の評価	4
● 塩害と塩分の拡散	19
● 凍害	21
● アルカリ骨材反応	22
● 施工現場での圧縮強度試験用供試体の作製方法	40
● 既設コンクリートと補修・補強材の弾性係数の差が力学挙動に与える影響	41
● 中性化と塩害の複合劣化	53
● 無収縮グラウト材の無収縮性	62

• 無収縮グラウト材のフレッシュ性状の確認方法	65
• 電気抵抗率	86
• 鉄筋の腐食メカニズム	95
• 亜硝酸イオンによる防錆メカニズム	95
• マクロセル腐食	140
参考資料 1 間違った材料選定・施工手順	147
参考資料 2 各機関の規格値および要求性能の一覧	155
参考資料 3 各機関が定めた試験方法による材料性能値	159
参考資料 4 施工例の紹介	169
付録 製品紹介	185