

コンクリート補修材料の標準化

海外の動向に学ぶ

片 脇 清 士

保全工事において補修材料の占める役割は大きい。とはいえ補修材料が用いられるか否かはその国あるいは道路管理機関がもつ規格基準に適合するかによる。わが国は良質の補修材料を供給できる能力をもっているが、国際市場への展開を目指す場合には海外の標準化、すなわち規格基準の動向に左右される。同時に適切な標準化はわが国の建設インフラの保全に経済的技術的に大きく貢献する、新材料の展開を考える上でも標準化はきわめて重要な活動である。欧州規格など最近の国際的な標準化活動を紹介する。

キーワード：コンクリート補修材料，コンクリート塗装，標準化，耐久性，海外の動向，欧州規格 EN1504

1. はじめに

いま、建設インフラ整備の話題は中国、インド、東南アジア、南米、アフリカなど経済発展の著しい新興国に移っているのはご承知のとおりである。最近 ASEAN 諸国に行く機会があるが、整備が進行しているのと同時に目につくのが道路、橋梁などの劣化である。これらの国々では多額の資金を投じてこれらを作っているがその一方で腐食したりひび割れたりしている橋も多くなっている。わが国でも老朽化した土木施設への関心が高まっているが、補修などの保全はわが国だけでなく ASEAN 諸国においても一段と重要な関心事となるであろう。

保全工事において補修材料の占める役割は大きい。しかし補修材料が用いられるか否かはその国あるいは道路管理機関がもつ規格基準に適合するかによる。ではその国ではどのようにして規格基準が制定されるのであろうか。このようなことに関心を払う人はわが国ではあまりいない。しかし海外の主要なコンサルタントやエンジニアはこのことに深い関心を持っている。合理性があり説得力のある規格基準でなければ、参考にさえしてもらえないからである。すべての入り口である規格基準の制定はパワーゲームでもある。

そこで、国際市場を念頭に置いて補修材料の標準化について考えてみたい。

2. わが国の補修材料は良質

わが国は大量のコンクリート構造物を有しており、劣化原因も多様であることから、多年にわたって補修を積み重ねてきた。この過程で、多くのコンクリート補修材料を開発してきた。エポキシ塗装鉄筋、電気防食、塗装、FRP、ポリマーコンクリートなどの補修補強材料、製品、工法は世界のなかでも高い水準にある。

良質な製品が供給されていることには国が果たした役割も大きい。たとえば、国土交通省は橋梁などの主要な構造物を一元的にマネジメントしていることから、補修効果、長寿命化効果など定量的なデータを収集している。寄せ集めのデータではない本当に有用なデータを蓄積している。

また、国立研究所などでは、新材料に関する組織を設置((独)土木研究所新材料チーム、基礎材料チーム)し、材料分析、EPMA 分析、力学試験、さまざまな耐久性試験、実環境での長期にわたる暴露試験などの手法も用いて、製品の評価を行っている。これらは製品改良にも役立っている。

たとえば、コンクリートの塩害補修に広く用いられているコンクリート塗装は、良い例のひとつである。それまでむしろ用いないのが常識であった材料・工法がほぼ 30 年間にわたる技術蓄積をもとに、現在ではコアの技術として補修に欠かせないものとなっている。これも当時の新材料であり、いまも名称は同じだが材料や工法の点で改良や淘汰が続いており、いまなお新材料といえよう。その多岐にわたる開発と標準化

表一 1 コンクリート塗装などの開発と基準化の歴史

年	機 関	項 目	備 考
1980	本四公団 土木研究所	本州四国連絡橋塗装委員会において重防食塗装の研究（鋼橋塗装）	
1982	建設省北陸地方整備局	府屋大橋 初めての新設橋へのコンクリート塗装	最近調査したが健全
1984	土木研究所	塩害を受けたコンクリート構造物の補修指針案	
1984	建設省 道路協会	道路橋の塩害対策指針案	
1989	建設省	総プロ コンクリートの耐久性向上技術の開発報告書	
1984	建設省	コンクリート橋の電気防食設計指針案	英文あり
1985	沖縄総合事務局	沖縄饒波橋（新設橋）に塗装	
1986	北海道開発庁	大森大橋（新設橋）に塗装	
1990	塗料会社，材料会社，補修会社など	コンクリート保護研究会	2009年まで活動
1994	日本道路公団試験研究所	コンクリート保護工マニュアル	
2000	日本道路公団試験研究所	コンクリート片はく落防止マニュアル	
2000～2003	土木学会	コンクリート構造物への表面被覆および表面改質技術の適用性研究小委員会（325委員会）	2003年にシンポジウム
2002	日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会	土木コンクリート塗装マニュアル	
2005	土木学会	表面保護工設計施工指針案	
2006～2011	NEXCO 中日本	新東名において表面含浸材（浸透性コンクリート保護材）の大規模施工	
2011	土木研究所	浸透性コンクリート保護材の性能持続性の検証と性能評価方法の提案	研究期間は2002～2010年
2012	土木学会	けい酸塩系表面含浸工法設計施工指針（案）	
2012	土木研究センター	撥水性を有する浸透性コンクリート保護材性能試験	証明書と成績書を出す

の歴史を表一 1 に示す。

同様に，新しい無機材料，ポリマー，チタンやステンレスなどの金属も，コンクリート補修に適用がなされている。

コンクリート塗装のように良質な製品が提供されているもう一つの理由は，わが国では耐久性に関する試験評価がかなりの水準で行われていることである。コンクリート塗装の場合は，開発途上の材料を東京湾海

上において1973年から8年間試験実施し，製品化がなされたものは新設時から塗装したコンクリート橋でもって1982年から30年間を経過して現在も耐久性を観察中である（写真一 1，2）。

この間に，組成，システムなども改良が重ねられている。このようにして，コンクリート塗装については，土木研究所が主となって規格を作成しその後も改訂を



写真一 1 コンクリート暴露試験 東京湾海上において1973年から8年間試験実施



写真一 2 新設時から塗装した府屋大橋 新潟県国道7号 1982年から30年間を経過して現在も観察中

担当している。

3. 材料規格は国際化しているか

わが国には優位なコンクリート補修材料があるのに、国際市場で広く流通しているかというところでもない。

化学製品分野ではずっと前からグローバル化しているが、技術のみでは十分な競争力が確保できない状況が顕在化しており、技術力とともに国際標準化を含めたビジネスモデルの構築が企業の国際競争力を決定的に左右することが理解されている。「標準を制する者が市場を制する」と言われるように標準化は市場の拡大と確保をもたらす。

化学製品である補修材料の供給者も海外市場抜きでは産業として成り立たなくなるであろう。国際競争力の向上のためにもコストの縮減と技術の国際整合性が求められることになる。このときの視点は良いものを安く（国境を越えて）提供することであり、良い材料や機材を流通させるソフト的な仕組みが重要となる。

国際市場で流通する良くて安い製品を容易に購入・入手できれば、施設管理者にとってもありがたい話である。

さまざまな品物が国際的にバルク（量）の競争に入ろうとしているときに生産者を支援する形を整えることも必要な施策であろう。

保全の分野で、コンサルティング、工事と国外に市場の拡大を求める場合にも資材が容易に入手できることは有利に働くに違いない。この点でも、コンクリート補修材料についての国際規格は重視せざるを得ない。

標準化の利点はもうひとつある。望ましい形でいくつかに集約されることである。集約されれば設計も楽であり、施工サイドも熟練が容易になる。この集約の過程で、網羅化がなされることもある。

たとえば、ポリマーは、産業的にはセメントや鉄をしのぐ状況なのに、土木分野では理解者が圧倒的に少ない。このため、誤った使用や設計が行われたりチェックができていないこともある。ポリマーはコンクリート補修や強化に欠かせない基本材料のひとつとなっているので体系的な標準化が早急に求められている分野である。

標準化や集約化は土木技術者にとっても大きな恩恵があるに違いない。このような視点に立てば試験方法や性能規格が発注者によって差異があることが本当に良いことなのか、そのために、材料がスペシャリティ

になっていないか、バルク（量）の競争にたえることができるのかなども問われるべきであろう。

ところで、土木材料についてはコンクリート補修材料に限らずわが国には有利な点が数多くあるのに、技術基準の国際化という点では見劣りがするように思えてならない。コンクリート関係者、材料関係者なども国際標準についてもっと真剣になるべきだと思う。

海外の技術基準体系は、性能規定化、基準・認証制度等により簡素化と信頼性向上が図られている。率直に言えばわが国の技術基準は精緻ではあるが他国ではうまく説明できにくいところがあり、私自身、海外でのプレゼンテーションにおいて苦労することがある。

技術基準の国際化という点では参考になる事例がある。

ひとつは米国のやり方である。米国ではFHWA（連邦道路庁）が主導してAASHTO（米国全州道路交通運輸行政官協会）や関連業界の協力を得て積極的に材料を認定している。

多くの州が集まり合同して塗装、塗料を認定するNEPCOAT（North East Protective Coating Committee）という機構がある。同様に、多くの資材について、FRP（炭素繊維）までも、州の道路部局が認定している。あまり規格について問わない、これは、米国に隣接するカナダもほぼ同じ手順で評価し認定している。プラグマチックに良いものを認定して使えるようにするという手順をとっている。

もうひとつは欧州規格である。ヨーロッパでは体系的・網羅的な指向が強い。これは、地域的な状況や多くの国が集まるという社会条件がありしかも製品をヨーロッパ地域外にも輸出するという戦略も加わっているためであろう。

4. コンクリート補修材料の欧州規格

欧州はEUとして一体化することで世界におけるプレゼンスを高める活動を進めている。

1970年代後半から様々な工業製品の規格統一活動が欧州標準化機構（CEN）を中心に行われていた。欧州規格（EN）は多国籍からなるヨーロッパがどのようにして国際化しているかという観点から参考にするべきところがある。

ヨーロッパでは建設投資の約半分が改築と補修に用いられるからこの規格の意味合いは大きい。戦後1960年代、1970年代に大量に構築されたコンクリート構造物がその設計寿命を超過しているおりコンクリートの補修が喫緊の課題となっていることが背景に

ある。

欧州標準化機構（CEN）の CEN TC 104, SC8, WG7 委員会 'Products and Systems for the Protection and Repair of Concrete Structures' で審議された欧州規格 EN1504「コンクリート構造物の保護および補修のための材料（製品）と仕様一定義、要件、品質管理、適合性評価」を紹介したい。

欧州規格 EN1504 は基本的補修方針を定めた上で材料の性能規格を定め、最低限の性能レベルを満たす材料には CE マークで認定し、標準化された補修設計および実施方法を提供するという一連のシステムを示している。ISO9000s とも親和性の良い形に仕上がっている。

欧州規格 EN1504 は、

1) 必要とされる最低限の性能レベルを定め、特定の用途において、その製品が欧州内での販売許可（CE マーク）を得られるようにする。2) 定められた性能レベルを満たすことにより、製造国を問わず、要求事項を満たす仕様を補修製品と認めることにより、貿易の技術的障壁を取り除く。3) 製造元の仕様に従った製品のサンプル抽出、確認、承認を可能にする識別試験方法を提供する。4) 設計者／指定者が最適な補修製品を選択できるようにするための性能試験方法を提供する。5) コンクリート構造物の標準化された補修設計および施工の方法を提供する。

欧州規格 EN 1504 は、2009 年 1 月 1 日より施行され、これまでの国家規格は、2008 年の末に撤回され、CE マークが強制適用されることになった。現在では、コンクリートの補修・保護に使用する全ての製品は、EN1504 の該当部に従って CE マークを付けていなければならない。この CE の適合性マークは以下の情報を含んでいる。

- ・ CE-記号
- ・ 通知機関の認定番号
- ・ 製造者の名称あるいは識別記号
- ・ マークが付与された年
- ・ 宣誓証明書に基づく証明番号
- ・ 欧州規格の関連規定番号
- ・ 製品の説明
- ・ 特徴規制に関する追加情報

補修工事に補修材料を適用する場合 CE マークと設計のプロセスが適合しなければならないことになり、これらをあらかじめ準備しておかねばかなり高いハードルとなる。

5. 欧州規格 EN1504 の特徴

(1) 特徴 1 戦略的な構成

EN1504「コンクリート構造物の保護および補修のための材料（製品）と仕様一定義、要件、品質管理、適合性評価」は、第 1 部から第 10 部で構成されている。コンクリート構造物の補修・保護のための製品だけでなく補修材料の製造と現場での施工のための品質管理もこの規格の一部となっている。

- EN 1504-1 用語と定義
- EN 1504-2 コンクリート表面保護の製品・システムに関する仕様
- EN 1504-3 構造部分と非構造部分の補修に関する仕様
- EN 1504-4 構造接着に関する仕様
- EN 1504-5 コンクリートの注入に関する仕様
- EN 1504-6 補強鉄筋の定着に関する仕様
- EN 1504-7 鉄筋の腐食保護に関する仕様
- EN 1504-8 品質管理と適合性評価
- EN 1504-9 コンクリートの補修・保護に対する製品やシステムを利用する場合の基本原則
- EN 1504-10 現場での施工と品質管理に関する情報

試験方法（65 種類ある）

第 1 部には、目的と一般的な定義が示されている。第 2 部から第 7 部には、現在、起草および確定されつつある新たな試験規格に示された試験方法とともに、モルタルやコーティングなど、使用される材料の技術的な性能要求事項や第 9 部で示される補修方法の性能試験要求事項が詳述されている。第 8 部は、材料と仕様に関する品質管理と適合性評価の手順が規定されている。ここには、第 2 部から第 7 部で取り上げた材料と仕様に関する標示やラベリングも含まれている。第 9 部には、第 2 部から第 7 部の総括として、コンクリート構造物の保護および補修のための材料（製品）と仕様に関する一般原則がまとめられている。

第 2 部から第 7 部は、ほぼ共通して以下に示すような文章構成となっている。

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 定義
4. 用途と要求性能
5. 要求事項
6. 適合性評価（サンプリング）
7. 認証に関する事項

8. CE マークおよびラベルに関する事項

このような ISO に共通した順序は、このタイプのコードを読み慣れたものにはなじみやすい、違和感のないとりつきやすさがある。

もう一つの工夫は考え方を透明にしたことである。各論では、コンクリート構造物の保護および補修のための材料がどのような原則で用いられるかを示している。いわば横糸として 11 の原則が列挙されている。

原則 1：劣化要因の遮断

(PI：Protection against Ingress)

原則 2：水分の浸入制御 (C：Moisture Control)

原則 3：コンクリートの復元

(CR：Concrete Restoration)

原則 4：構造的補強 (SS：Structural Strengthening)

原則 5：物理的抵抗性 (PR：Physical Resistance)

原則 6：化学的抵抗性 (RC：Chemical Resistance)

原則 7：不動態被膜の維持・復元

(RP：Preserving or Restoring Passivity)

原則 8：比抵抗の増大 (IR：Increasing Resistivity)

原則 9：カソード制御 (CC：Cathodic Control)

原則 10：カソード防食 (電気防食)

(CP：Cathodic Protection)

原則 11：アノード域の制御

(CA：Control of Anodic Areas)

原則 1 から 6 はコンクリート自体の劣化に関連し、原則 7 から 11 までは鉄筋の腐食による損傷を扱っている。

この項目だてにはほぼすべての考えが網羅されており、原則とその説明と方法が各々に紹介されている。

(2) 特徴 2 原則と方法の明確な対応

内容的に特に注目したいのは第 9 部である。第 9 部ではコンクリート構造物の保護および補修のための材料 (製品) と仕様に関する一般原則がまとめられている。コンクリート構造物の劣化要因をコンクリート劣化と鉄筋腐食に分け、補修原則として No. 1～11 の 11 種類を挙げ、具体的な補修方法の例を示すと共に、関連する EN1504 のパートを示している。

(3) 特徴 3 品質保証

この規格の特徴のひとつは品質保証が徹底していることである。

この規格は以下の機能も含んでおり、製品や工法の安定した品質を提供することについても配慮しているのが特徴的である。

・必要とされる最低限の性能レベルを定め、特定の用

表-2 コンクリート構造物の保護および補修の方針と方法の例

方針 No.	方針に準じた方法の例	EN1504 のパート No.
コンクリートの劣化に関する方針と方法		
1. 劣化原因の遮断		
	1.1 撥水性表面含浸	2
	1.2 表面含浸	2
	1.3 表面被覆	2
	1.4 ひび割れの表面処理	
	1.5 ひび割れ充填	5
	1.6 ひび割れの注入	
	1.7 外部パネルの設置	
	1.8 薄膜の適用	
2. 水分の浸入制御		
	2.1 撥水性表面含浸	2
	2.2 表面含浸	2
	2.3 表面被覆	2
	2.4 外部パネルの設置	
	2.5 電気化学的処理	
3. コンクリートの復元		
	3.1 モルタルによる被覆	3
	3.2 コンクリートの再打設	3
	3.3 コンクリート、モルタルの吹付け	3
	3.4 構成部材の取替え	
4. 構造的補強		
	4.1 内部、外部からの補強鋼材の追加、配置	
	4.2 コンクリートに削孔し、付着用補強材を配置	6
	4.3 補強板の接着	4
	4.4 モルタル、コンクリートの打継ぎ	3, 4
	4.5 ひび割れ、空隙や隙間部への注入	5
	4.6 ひび割れ、空隙や隙間部への充填	5
	4.7 プレストレッシング(ポストテンション)	
5. 表面改質/物理的抵抗性の向上		
	5.1 表面被覆	2
	5.2 表面含浸	2
	5.3 モルタル、コンクリートによる増厚	
6. 化学的抵抗性の向上		
	6.1 表面被覆	2
	6.2 表面含浸	2
	6.3 モルタル、コンクリートによる増厚	
鉄筋腐食に関する方針と方法		
7. 不動態被膜の維持・復元		
	7.1 セメント系モルタル、コンクリートによるかぶりの増厚	3
	7.2 汚染、中性化したコンクリートの打換え	3
	7.3 中性化したコンクリートの電気化学的再アルカリ化	
	7.4 拡散により中性化したコンクリートの再アルカリ化	
	7.5 電気化学的脱塩	
8. 比抵抗の増大		
	8.1 撥水性含浸	2
	8.2 表面含浸	2
	8.3 表面被覆	2
9. カソード制御		
	9.1 化学的処理、表面被覆による酸素量の制限	
10. カソード防食 (電気防食)		
	10.1 電気防食の適用	EN12696
11. アノード域の制御		
	11.1 鉄筋へのアクティブコーティング	7
	11.2 鉄筋へのバリアコーティング	7
	11.3 腐食抑制剤の適用	

途において、その製品が欧州内での販売許可（CEマーク）を得られるようにする。

- ・定められた性能レベルを満たすことにより、製造国を問わず、要求事項を満たす仕様を補修製品と認めることにより、貿易の技術的障壁を取り除く。
- ・製造元の仕様に従った製品のサンプル抽出、確認、承認を可能にする識別試験方法を提供する。
- ・設計者／指定者が最適な補修製品を選択できるようにするための性能試験方法を提供する。
- ・コンクリート構造物の標準化された補修設計および施工の方法を提供する。

製造における品質管理

欧州規格 EN 1504 第2部から7部には、製造工場での品質管理に関する要求条件が収録されている。

現場での品質管理

重要な補修工事は、予め確立された品質保証計画が必要とされる。品質マネジメントの知識を以て、メーカーは工事請負者がこれら全ての要求条件に適合するように関連手順の作成、準備を支援可能である。

EN 1504-10には、現場において実施すべき品質管理に関する指針を掲げている。メーカーは、その製品を現場において施工する場合の施工要領書を発行している。コンクリート補修・保護プロジェクトの現場の監理者と全体の管理者を支援するべく、品質管理手順書とチェックリストが入手できるようになっている。

第8部は、材料と仕様に関する品質管理と適合性評価の手順が規定されている。性能試験だけでなく、製

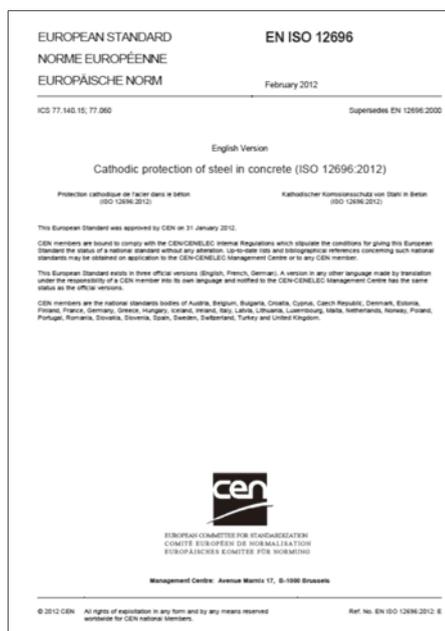
造者による継続した工場製造管理が重視される。

原材料・主なバッチ・製造設備と工程に関する検査、最終材料（製品）の出荷検査、サンプリングの頻度と試験、製造方法や工程変更時の対応、不適合品の取り扱い、原材料の受領から製品配送までのすべての段階における識別とトレーサビリティなどで構成されている。

工場製造管理の評価・監査および認証の手順は、第一に、認可された検査機関が、製造工場と製造管理の初期検査として、正常な材料や製造管理に関連する設備や人員配置が適切かどうかを判断し、評価報告書を作成する。そして、別途、認証機関が、その評価報告書に基づき工場製造管理の認証を行う。なお、検査機関が年1回行う定期検査において、規準との不適合を認めた場合、あるいは、製造工程や工場製造管理に欠陥が発見され、かつ製造者が適切な対応をしていないことを認めた場合には、認証機関はすみやかにその欠陥を改善することを製造者に要求する。その対応は、検査機関により確認されなければならないとしている。

(4) 特徴4 ISO との連関

原則10：電気防食についての部分は2012年にISO 12696 Cathodic protection of steel in concreteとしてISOから発行された。大気中のコンクリート（鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリート）の新設、補修のための電気防食設計の手引きであり、裸鉄筋、エポキシ塗装鉄筋の防食に役立てるものであるという。この例のようにENとISOは良く連携しており、ENからISOへは短時間で移行することが多いよう



写真一3 EN ISO 12696 (左) と ISO 12696 コンクリートの電気防食 (右)

ある。

ところで、わが国のJIS(Japanese Industrial Standards, 日本工業規格)は工業標準化法に基づき制定される日本の国家規格だが、WTO/TBT協定に基づき、ISO規格は国内規格JISとなることはあまり知られていない。時にはISOの原文は英語、フランス語などで作成されるが技術的内容及び規格票の様式を変更することなく日本語に翻訳され、JISとして発行されることもある。

関係者がEN規格を注意深く見ておく必要がある理由である。

6. 規格のあり方を考える

EN1504規格はきわめて実際的である。記述や構成に管理の工夫が見られる。たとえば、この内容にそって製品カタログができあがるようになっている。いわば製品や補修技術の販促のためのマテリアルにもなる可能性がある。

この規格を詳細に読み込むと共に実際に流通している製品もチェックしてみると、EN1504の各パートで取り上げられた補修材料や工法のうちわが国で流通していないタイプのものもある。

現在わが国で使用されているものと比較すると、その性能特性や要求性能を確認する試験方法にも大きな違いは認められないようであるがそのランク区分は異なっている。わが国の製品の一部ではこの規格よりもかなり優れているものもあるが、これらの製品が国際市場で正しく高く評価されているとは言い難く、いわば内弁慶となっておりますことに残念である。

そうになっている原因のひとつが、JIS、土木学会、JCI、国土交通省を初めとした各種機関毎に、試験方法や性能規格がきめ細かく定められていることにあるのではないかという指摘がある。小異は研究的学問的には面白いことはわかるが戦略的な立場とはトレードオフの関係になりがちである。

製品群はできるだけシンプルな形で、差別化は運用や適用の上手さ、コンサルティングによって図るのが世界標準ではないだろうか。

EN1504という単一の規準の中で、基本的補修方針を定めた上で材料の性能規格を定め、性能レベルを満たす材料にはCEマークで認定し、標準化された補修設計および実施方法を提供するという一連のパッケージ化された技術システムは参考となる。大規模な研究投資を市場に結びつけるために、標準化、規格基準を

重視する体制は見習うべきひとつだと思う。

わが国は、コンクリート塗装で例示したように良品質な製品はもちろん、用途に応じて標準品質、簡素な性質の製品をも海外市場に供給するポテンシャルも持っている。これらを後押しするだけでなく、わが国の高度な補修技術を提供するためにも共通の言語(ものさし)で技術体系を大胆に再構築することが求められよう。

7. おわりに

私がコンクリート塩害関係を手始めに補修材料の規格を作ってからおよそ30年が経過している。当時は海外を含めて補修材料の規格は見当たらなかった。そこでユーザーの立場で工事に必要な規格を作成したのである。その後の規格基準の底流となったことはありがたいことだが、当時先鋭的な内容であった箇所も次第に欠点が見えるようになった。見直しを期待して(案)をつけておいたが、今となっても本質的な見直しはなされていないものがある。

国土交通省が海外でのコンストラクションを積極的に後押しされているこの機会に、国際的に流通するような内容に見直しがあるのが望ましいのではないかと。幸いに、土木研究所には材料と土木、機械と材料の両方がわかるような研究者が在籍されている。

謝辞

本文をまとめるにあたり、江口和雄氏(社)土木学会規準関連小委員会補修材料WG幹事、(財)道路保全技術センター材料委員長を歴任、ショーボンド化学(株)の助言を得たことに篤く謝意を表します。

JCMA

《参考文献》

- 1) European standard EN 1504 'Products and systems for the protection and repair of concrete structures -Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity'
- 2) コンクリート構造物の補修工法・材料における国内外規準の現状—European Concrete Repair Standard EN 1504の概要—土木学会2012
- 3) 材料委員会報告書コンクリート補修材料 財団法人道路保全技術センター 2008

【筆者紹介】

片脇 清士(かたわき きよし)
(財)土木研究センター

