

コンクリート塗装に関する調査研究報告

(財) 首都高速道路技術センター
コンクリート塗装に関する調査研究委員会

1. まえがき

従来、土木のコンクリート構造物は、耐久的な構造物であり、コンクリートそのものの色は周囲の景観にあったものとして一般に表面処理を行うことはなかった。

しかし、最近海岸付近に建設されたコンクリート構造物の塩害や高架橋の壁高欄に配置された、かぶり不足の鉄筋の腐食によるかぶり部コンクリートのはく離等の劣化が進み、対応策としてコンクリート表面に塗装を行うようになってきた。さらに、景観上等の理由から、建設時点にコンクリート表面に塗装がなされるようになってきた。

このような現状から、コンクリート塗装について、塗装目的、使用材料の品質、施工方法等を調査研究し、コンクリート塗装に関するマニュアルの作成を目的に、昭和 59 年度より「コンクリート塗装に関する調査研究委員会」(委員長：首都高速道路公団工務部長 小村敏氏)を設けた。

昭和 59 年度は初年度の調査研究として、各種コンクリート塗装の資料収集、整理を行い、土木コンクリート構造物のコンクリート表面塗装についての基礎的な調査研究を行い、コンクリート塗装に関するマニュアル素案を作成したので、コンクリート塗装についての概要を報告する。

2. コンクリートの劣化の状況とその対策一般

2.1 劣化の状況

首都高速道路公団は、毎年定期的に構造物の点検、調査を実施してきている。これらの点検、調査から、コンクリート構造物の劣化が部分的に進行しているのが報告されている。

構造物にひびわれが発生している部分を除いたコンクリートの劣化に焦点をあわせると、次のような状況がみられる。

- ① 高架橋のコンクリート壁高欄においては、かぶり不足による鉄筋の発錆およびかぶり部コンクリートのはく落がみられる(写真-1 参照)。
- ② 張出し床版下側の、水切り部付近に劣化がみられ、一部にはコンクリートのはく落が生じている。また、伸縮継手付近にもコンクリートのはく落がみ

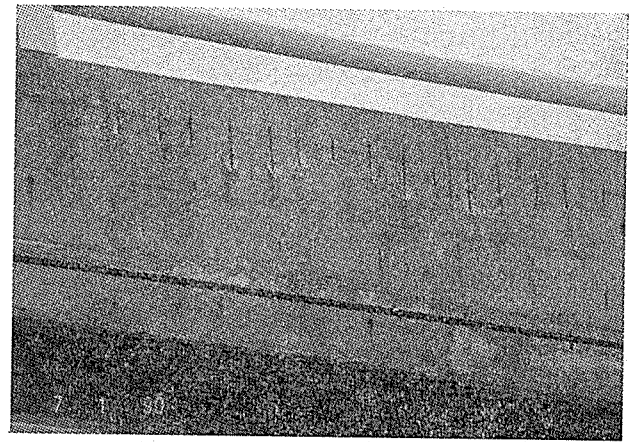


写真-1 壁高欄、かぶり不足鉄筋の発錆およびかぶり部コンクリートのはく離

られる。

- ③ プレストレストコンクリート桁の桁下面に、ごく一部であるが、コンクリートの欠損している部分が報告されている。調査の結果から、施工不良によるコンクリート充填不足等によるものと判断されている。
- ④ 橋脚においては、梁の側面、下面および柱に、鉄筋のかぶり不足によるコンクリートのはく離、はく

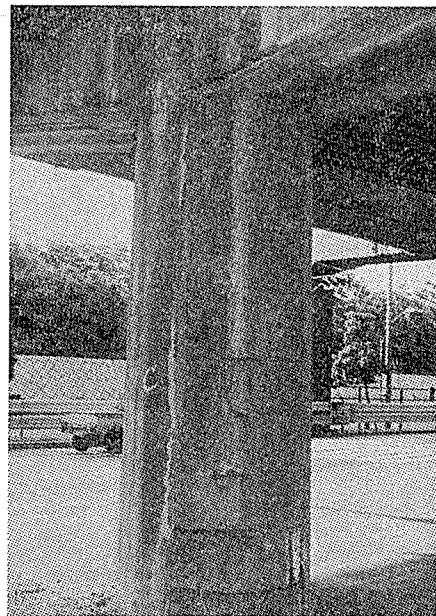


写真-2 鉄筋コンクリート橋脚、かぶり不足鉄筋の発錆およびかぶり部コンクリートのはく離

落がみられる（写真—2 参照）。

- ⑤ 高架橋コンクリート構造物全体であるが、コンクリート面に雨水が直接あたる部分、あるいは橋脚など伸縮継手からの漏水により水が流れる面は、表面劣化（経年肌荒れ、変色等）がみられ、車輛排気ガスが多い場所では汚れが目立つ。
- ⑥ トンネル部においては、頂部のモルタルはく離および目地部コンクリートのはく離が見られ、また排気ガスの影響でコンクリートに汚れが目立ち、照明効果を減退させている。

以上をまとめると、コンクリート劣化の状況は、直接雨水のあたる部分とかぶりが薄い部分に多く集中しているようである。

2.2 劣化の要因およびその対策一般

一般に、コンクリート構造物の劣化の要因は、使用材料による影響（アルカリ骨材反応、海砂等）、コンクリートの配合による影響（配合不良等）、設計・施工による影響（鉄筋のかぶり不足、コンクリート打継部処理の不良等）、荷重による影響（ひびわれ等）、環境による影響（コンクリートの中性化、塩害等）、などがある。これらの詳細については各種文献で紹介されているので省略する。

首都高速道路におけるコンクリートの劣化要因は、環境状態、劣化状況等から、これらのうち、コンクリートの中性化と水分の作用によるものが多く、塩害やアルカリ骨材反応について現在のところ報告されていない。したがって、この報告では、主にコンクリートの中性化と水分の作用によるコンクリートの劣化を対象にして、その劣化防止対策について述べる。

一般的な劣化対策は次のような方法がある。

- 1) 新設構造物に対して
 - ① 所定の鉄筋かぶりを確保する。
 - ② コンクリートの品質を向上させる。
 - ③ コンクリート表面を防護する。
 - ④ 塗装鉄筋を使用する。
 - 2) 既設構造物に対して
 - ① コンクリート表面を防護する。
- この報告では、これらのう

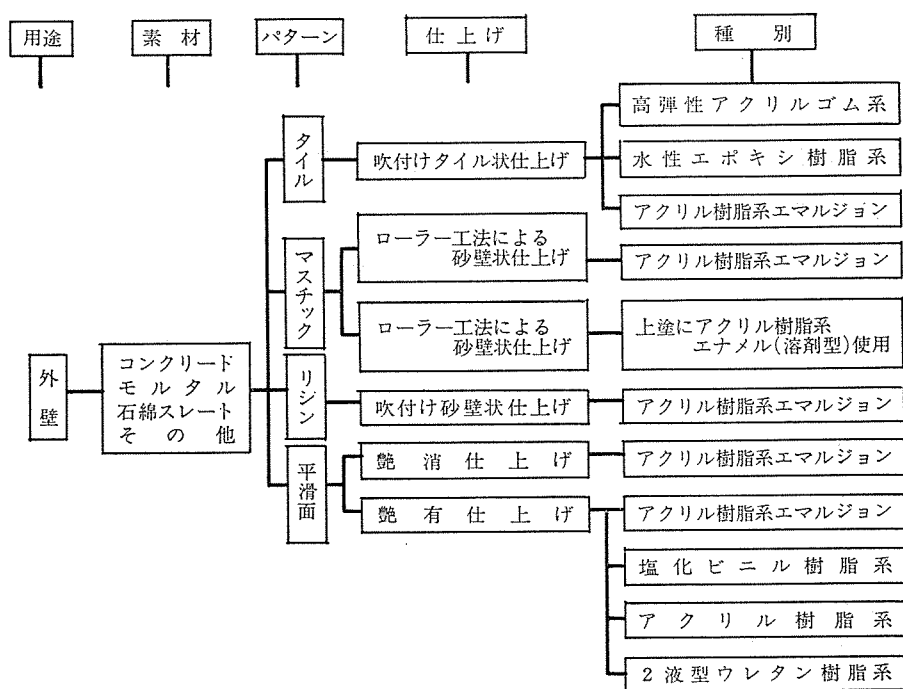
ち、コンクリート表面を防護するためのコンクリート塗装について、以下に述べる。

3. コンクリート塗装の現状

3.1 建築および土木構造物における現況

建築構造物においては、建築様式や建築方法、設計の質的变化等に伴って、塗装は大きく変化して現在に至っている。これらを踏まえ、建築学会においては、JASS-18（塗装工事）および JASS-23（吹付け工事）に標準仕様が確立されている。一般に、建築用の塗装は、塗装する場所、目的などによって多種の仕様が設定されているが、この報告で対象としている塗装と比較的類似しているのは、コンクリート外壁に用いる塗装と思われる。この塗装の目的は、美装の観点が強くと、結果としてコンクリート中性化防止機能を付与している。現在、一般に使用されている外壁用の種類を 図—1 に示す。土木コンクリート構造物においては、従来塗装を行うという概念はあまりなく、一部において、景観、視線効果（道路表示等）、照明効果、はり紙防止等に用いられてきた。最近では、全国の各地において、コンクリートの劣化（塩害、アルカリ骨材反応、中性化、凍害）に対するコンクリート塗装が行われ、仕様化もされてきている。

日本道路協会では、道路橋の塩害対策指針（案）（以下「塩害指針（案）」と記す）が、昭和 59 年 2 月に制定され、この中で構造物新設時におけるコンクリート塗装の設計・施工、品質基準（案）・同解説が規定されており、参考として補修事例も示されている。仕様として



図—1 建築コンクリート外壁用塗料

は、コンクリート部材の種類や使用条件によって、A種（プレストレストコンクリート部材に一般に用いる塗装系）、B種（鉄筋コンクリート部材に主として用いる塗装系）およびC種（塗り替えが難しい場所や、特に著しい腐食が予想される構造物等、特定部位に用いる塗装系、長期防錆型）に分けられており、主材料は、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂およびビニルエステル樹脂塗料である。塩害を受けている地域で施工されている。

阪神高速道路公団においては、昭和59年4月に、コンクリート構造物表面保護工便覧（案）が制定されている。この便覧は、コンクリート構造物表面の補修に適用するとされており、塗装の目的は、主としてコンクリートの中酸化防止および内部鋼材の腐食防止である。また、エポキシ樹脂ガラスクロスライニング工法が主としてコンクリート破片の落下防止および内部鋼材腐食防止を目的として規定されている。塗装の主材料は、「塩害指針（案）」とほぼ同じである。

首都高速道路公団においては、確定した仕様はないが、実績としては、昭和51年度より壁高欄の劣化状態（中酸化、かぶり不足による鉄筋の腐食等）の調査が行われ、コンクリートの劣化には必ず水の存在があるので、防水工としてエポキシ樹脂塗料が神奈川地区の一部壁高欄に試験的に塗布された。昭和55年度には、東京芝浦地区でコンクリート橋脚10基（40柱）にそれぞれ異なった仕様（エポキシ樹脂エマルジョン、アクリル樹脂エマルジョン等のポリマーセメント系塗料）のコンクリート塗装が試験的に塗布された。昭和56年度には、東京地区の一部壁高欄にも種々の断面修復材を用いたエポキシ樹脂エマルジョンのポリマーセメント系塗料が試験的に塗布された。その後、東京、神奈川地区の一部壁高欄にアクリル樹脂エマルジョンのポリマーセメント系塗料等のコンクリート塗装が試験的に塗布され、追跡点検調査も行われている。その他、神奈川地区において建設時点で橋脚に塗布されたり、トンネル部にも塗布されている。

土木コンクリート構造物に対するコンクリート塗装の要求が本格的に生じたのはここ数年前からであり、まだ実績は少なく、塩害に対するものが多いようである。

3.2 塗装メーカーの現状

現在、塗料メーカーは全国で大小合わせると150社程度あり、このうちコンクリート塗装に使用されるメーカーは半分程度のようなものである。昭和58年度にアンケート調査を行ったところ、60社程度の回答があった。このうち土木コンクリート構造物への塗料を製造販売しているメーカーは10～20社程度で、実績は各社とも数少なく、さらに材料を製造し、施工も行うメーカーは少な

い。浸透性防水材（含撥水材）のメーカーは40社前後である。

断面修復材メーカーは、ニーズが今まであまり意識されていなかったためか、アンケート調査の結果からは、膨脹セメント系3社、ポリマーセメント系14社および樹脂系6社で、割りあい少ない。

なお、アンケート調査結果のメーカー一覧表については紙面の関係上省略するが、回答中で技術資料のあるメーカーは半分程度であった。

4. コンクリート塗装一般

4.1 塗装の役割

塗装は、塗料の素材によって種々の役割を果たすことができるが、主なものについて次に示す。

- ① 防水性（外部からの水の遮断）
- ② 有害なガスの遮断（コンクリートの中酸化防止）
- ③ 視覚効果（識別効果や景観付与）
- ④ はり紙防止
- ⑤ 塗り替えによる機能の回復

コンクリート塗装によってどの程度コンクリートの劣化を防げるかについては現在のところ明確ではないが、実験的に過酷な条件をつくり、促進試験および暴露試験を行うことにより、その効果の比較確認はできる。

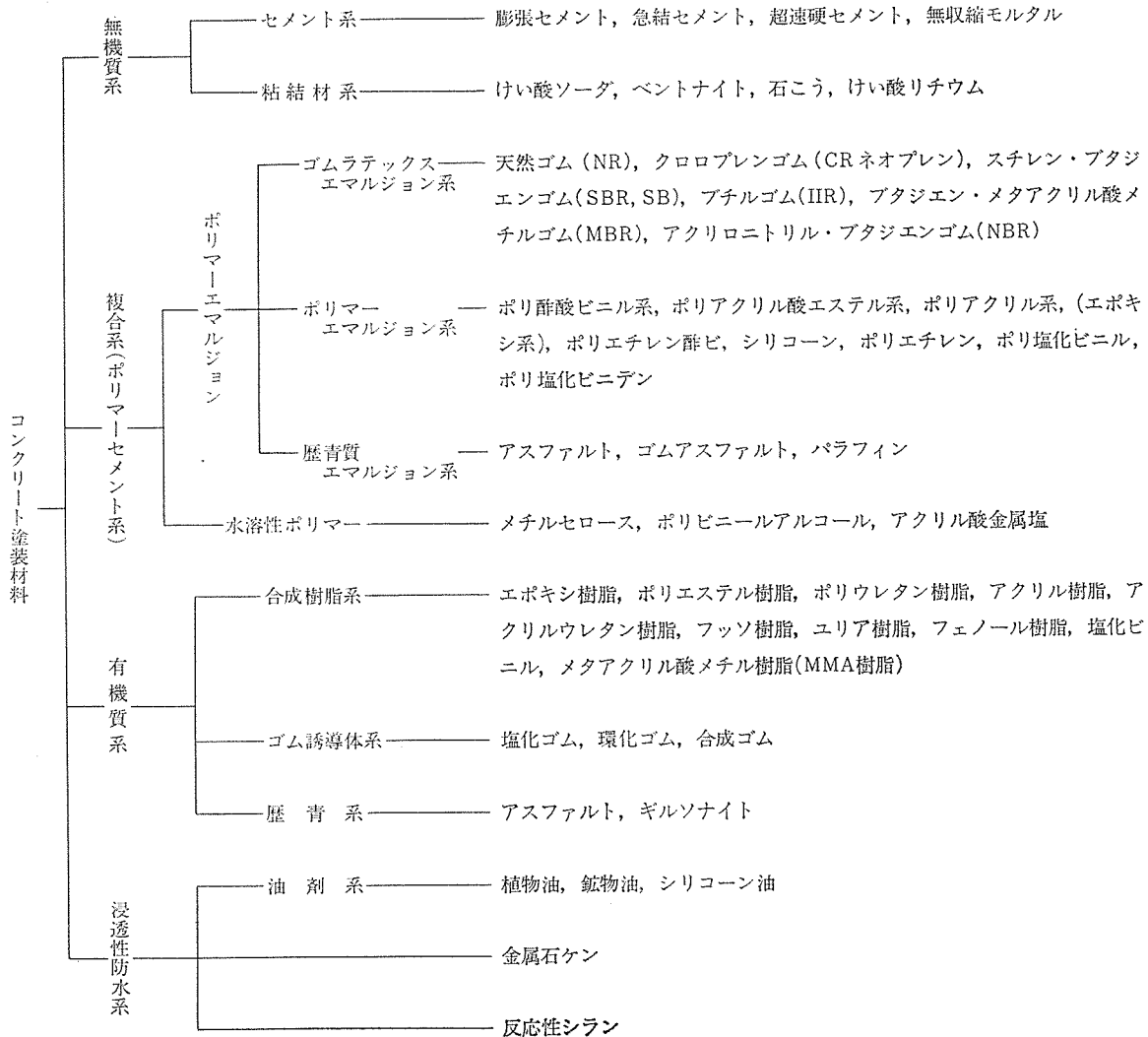
4.2 塗料の種類

コンクリート塗装に用いられる塗料は多種あり、塗装対象物、環境、要求性能等によって使い分けられて、次のような塗装系で用いられている。

- ① 複合膜塗装系……多種の塗料を塗り重ねるもので、一般に、塗装に対する要求性能が厳しく、耐久性を必要とする場合に用いられる。一般には、プライマー→下地処理→防水層→保護層で構成される。
- ② 単一膜塗装系……単味品のもので、プライマーから保護層まで、すべての機能を持ち合せた材料で、比較的要求性能の低い所に用いられる（一層塗りの場合の遮断効果は、複合膜塗装系の1/2～1/3程度といわれている）。
- ③ 浸透性防水塗装系……コンクリートの表面に塗布することにより、表面から数ミリの防水層を形成し、コンクリートを強化するものもある。

これら塗装系により塗料を分類することは可能であるが、それぞれの系に重複したり、分類の基準があいまいになるなどして不正確となるので、塗膜を構成する主成分によって図-2に示すように塗料を分類する。

表中より、現在土木構造物に比較的多く用いられているエポキシ樹脂およびアクリルウレタン樹脂について、その特徴を次に述べる。



図一2 塗料の分類 (塗膜を構成する主成分による分類)

(1) エポキシ樹脂

エポキシ樹脂を基材とする塗料は、コンクリートに対する接着性、耐アルカリ性等の耐蝕性および機械的強度が他塗料に比較して卓越しており、鉄筋発錆の要因となるものに対する遮断能力が高いため、現在コンクリート塗装仕様のプライマー、防水層として広く用いられている。ただし、一般的には紫外線等の耐光性に劣り、直射日光に当たると半年も経たずに変色し、チョーキング現象(顔料が塗膜から分離して、塗面を手で触ると指頭に顔料粒子が付着する現象をいう。白堊化ともいう。)が発生して、遮断効果も大幅に低下する。したがって、エポキシ樹脂塗料を屋外構造物に用いる場合には、耐候性維持のために非汚染耐候性塗料を表面塗料(トップコート)として併用する必要がある。

施工にあたっては、第1に、コンクリート躯体を洗浄し、乾燥(コンクリート含水率 8% 程度以下)させなければならないこと。第2に、塗り重ね塗料間の接着、

いわゆる層間密着を完全にするためには、塗り重ね間隔を1週間以内とする必要があるが、第1層の材令が進んでしまった場合には、第1層表面を研磨し、目荒しして塗り重ねる必要があること。第3に、何年か供用後のリコート(再補修塗装)時の密着は、既存の塗料表面を研磨し、健全塗膜面を露出させて、新しい塗料を塗り直すことにより得られるので、既存塗膜が劣化している場合はすべて除去し、コンクリート面(素地)を出す必要があること、などの配慮が必要である。

(2) アクリルウレタン樹脂

アクリルウレタン樹脂とは、水酸基を有するポリアクリル酸エステルを主剤として、ジイソシアネートを硬化剤とする反応型樹脂である。アクリルウレタン樹脂を基材とする塗料は、防水層用塗料として用いられるエポキシ樹脂塗料、ウレタン樹脂塗料、エポキシビニルエステル樹脂塗料に対する接着性がよいこと、耐候性がよく、変色、チョーキングの少ないこと、適度の柔軟性、可撓

性を有すること、等の特長を活かして、表面（保護）塗料として重用されている。

なお、塗料の主成分を知ることは重要であるが、塗料の乾燥・硬化機構を十分理解し、塗料の乾燥条件により、最良の塗膜を形成するよう務めることも重要なことである。

4.3 断面修復材の種類

コンクリート塗装を塗布するコンクリート表面が劣化していたり、断面欠損部がある場合には、コンクリート塗装が可能になるように断面を修復する必要がある、その際に用いられる材料を断面修復材という。

断面修復材を構成する主成分は、図-3 に示すように、無機質のセメント系か有機質の樹脂系あるいはそれらの複合系に分けられる。その種類は、塗料に比べて少ない。

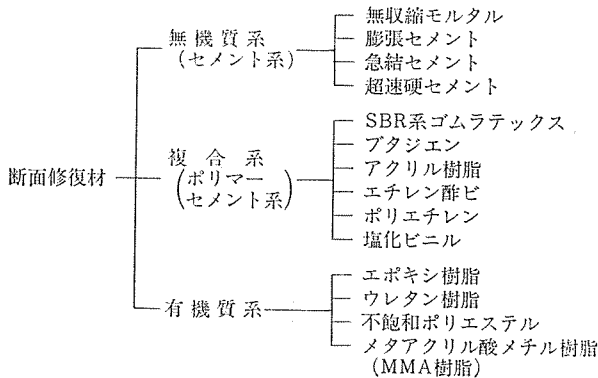


図-3 断面修復材の種類

図中の複合系（ポリマーセメント系）とは、セメント系材料（コンクリート、モルタル、スラリー）に性能強化の目的で、ポリマーエマルジョン（ポリマーの水中分散乳液）を添加配合した材料をいう。ポリマーエマルジョンは、次の2系統に分類される。

- 1) ポリマー（既に高分子となっており反応性なし）を、水中に微小粒子として分散、乳化化したもの……セメントの水硬反応が進行すると、ポリマー粒子どうしがゆ着・融合して効果を出す系統、SBR（スチレン・ブタジエンゴム、合成ゴム）エマルジョン、アクリル（ポリアクリル酸エステル）エマルジョン、エチレン酢ビ共重合体エマルジョン、塩化ビニル（ポリ塩化ビニル）エマルジョンがこれに属す。
- 2) レジン（樹脂で、まだ高分子でなく、反応性を有する）を、水中に微小粒子として分散、乳化化したもの……セメントの水硬反応が進行すると、樹脂の分散粒子はゆ着・融合し、さらに反応して高分子化する系統。前者 1) の系統に比べ、より接着耐久性が期待できる。エポキシ樹脂エマルジョン、ウレタ

ン樹脂エマルジョンがこれに属す。

ポリマーエマルジョンを添加配合することにより増強される性能は、主として、接着性、ち密性（防水性、不透水性）および可撓性・強靱性であり、何を強調するかで添加量が変わる。長期的な耐久性を重視するのなら要求される下限値を添加量とするのが望ましい。

エポキシ樹脂はセメント系と比較して、機械的強度（圧縮、曲げ、引張、衝撃）のバランスがよく安定している反面、弾性係数が小さいことおよび耐候性に難があることである。

2. コンクリート塗装の要求性能と評価

5.1 一般

コンクリート塗装に要求される性能は、新設の構造物に用いられるか、補修する構造物に用いられるかにより異なり、また構造物の部位によっても異なる。さらに、維持管理方法によっても異なり、将来の塗り替えについても考えておかなければならない。

現在、土木コンクリート構造物のコンクリート塗装は、コンクリートとの接着性等から、防水層にはエポキシ樹脂塗料が用いられ、このエポキシ樹脂塗料の耐候性の悪い点に対して、保護塗料（トップコート）を用いて防護層を設ける方法が多く用いられている。しかし、コンクリートの劣化に対してこれほど高水準の接着性、遮断効果が必要であるのかとの議論もなされている。

実際に、土木構造物は、種々の構造や環境条件があり、塗膜の耐久性、遮断性能等の要求性能は異なるものと思われ、塗膜に対する適切な要求性能の程度は現在のところ明確にされていない状況にある。したがって、次に、新設構造物か補修する構造物かによる要求性能および各種塗装の一般的な要求性能とその評価（試験方法）について述べる。

なお、基本的なことではあるが、コンクリート塗装はコンクリートの表面を塗膜によって被覆するので、次のようなコンクリートの特性を十分理解する必要がある。

- 1) 多孔質の物質である……コンクリートは多孔質の物質であって、その内部に水分や気体を含んでいる。そのため、常時、気体や水分の出入りがあるので、塗料の吸込み、造膜中の発泡などの少ない材料を選定する必要がある。また、コンクリートの表面は、気泡跡等の凹凸があるので、下地処理は欠かせない。
- 2) 高アルカリ性物質である……コンクリート中に存在する水分は、コンクリート材令初期で pH 12~13 の強アルカリ性の水酸化カルシウム飽和水溶液となっている。pH 値は経年とともに徐々に小さくなる

が、進行は遅く、直接コンクリートに接する塗料（プライマー等）は、耐アルカリ性のものでなければならぬ。

- 3) ひびわれが発生しやすい……コンクリートには、ひびわれが存在し、また発生しやすいので、場合によってはひびわれに追従できるような伸縮性のある材料でなければならない。
- 4) 水分を含んでいる……普通コンクリートの材令初期での含水率は13%前後で、4週で8%前後になる。また、コンクリートは水分を吸収するため、塗装を行う場合は、常にコンクリート表面の水分に対して考慮する必要がある。

5.2 新設構造物の場合

新設構造物に対して、コンクリートの劣化が将来著しいと予想される箇所に、予防処置を目的として、あらかじめ塗装する場合がある。また、最近の社会情勢から、コンクリート構造物に塗装を行うことにより、周囲環境と構造物の調和をとる場合がある。この場合の塗装は構造物に色彩を与える塗料を用いる方法と外観を変えない無色透明の浸透性防水材を用いる方法とがある。

塗膜には伸縮性のあるものがないものがあり、前者はひびわれに対して追従することができるが、逆にひびわれの発生を隠すことになり、コンクリート構造物の点検に支障をきたす場合もある。

これら使用目的によって要求性能は異なるが、構造物の耐力に影響を与えるような応力が作用するか否か、あるいは維持管理上塗り替えが可能か否か等で、構造物の部位、立地条件等によってもコンクリート塗装に対する要求性能は異なる。

5.3 補修する構造物の場合の要求性能

基本的には新設構造物の場合と同じであるが、既設構造物に塗装するという点で、下地コンクリートがよごれていたり、劣化していたり、あるいは断面欠損している場合が多いので、よごれに対する清掃、脆弱化したコンクリートの強化、断面修復等を先行する場合が多い。

よごれに対する清掃は、水洗いからコンクリート面の研磨まであり、脆弱化したコンクリート部は、除去して断面修復することから再生強化材を塗布することによるコンクリート面の強化まで種々方法があり、これらの処置やその結果に対するコンクリート塗装の要求性能が種々考えられる。

また、施工条件においても新設構造物に対する場合より種々制約があることも考慮しておかなければならない。

5.4 各種塗装の一般的な要求性能と評価（試験方法）

上記構造物の要求性能とともに各種塗装の要求性能に

ついても検討し、その評価（試験方法）について確立する必要がある。断面修復材および複合膜塗装系の一般的な要求性能と評価（試験方法）について、表一1～表一5に示す。

評価にあたっての試験方法は種々あり、これらを整理

表一1 断面修復材の要求性能と評価方法

	要 求 性 能	評 価 方 法
①	垂直面、天井面に施工可能なこと	垂直ダレ試験（パテ、モルタル） 注入充填試験（コンクリート） → フローコーンカップ
②	現場硬化可能な不定型材料であること	可 使 時 間 硬 化 時 間
③	硬化時の弾散、放出物が（少）ないこと	固 形 分（加熱残分）
④	硬化時の寸法変化の少ないこと	硬 化 収 縮 率
⑤	短小、軽薄の形状でも安定硬化すること	機械的強度（例えば曲げ）測定用のサイズ
⑥	躯体との接着性が良いこと	建研式引張接着力試験
⑦	補修用塗料の密着を阻害しないこと	塗り重ね供試体の建研式引張接着力試験
⑧	躯体と同等以上の機械的強度をもつこと	圧縮、曲げ、引張および衝撃強度
⑨	躯体と同等以上の腐蝕因子遮断効果があること	透水抵抗、塩分透過
⑩	躯体一体化挙動すること	曲げ強度、圧縮または曲げひずみ、熱膨張係数
⑪	長期耐久性のあること	塩水噴霧、中性化（CO ₂ ）、耐凍結融解、耐熱試験

表一2 プライマーの要求性能と評価方法

	要 求 性 能	評 価 方 法
①	塗料性状が良好、安定なこと	比重、つぶ、可使時間、乾燥時間、加熱残分
②	防錆効果があること	塩水噴霧試験
③	強力に付着、接着すること	建研式引張接着力試験
④	コンクリートの表層に浸透すること	粘度測定、表面張力測定
⑤	躯体の吸込み止めの役割（シーラー効果）をもつこと	透水抵抗試験
⑥	躯体のアルカリ止めの役割（耐アルカリシーラー効果）をもつこと	アルカリ浸漬（後の透水抵抗）試験
⑦	表面処理とプライマーの効果があること	建研式引張接着力試験
⑧	躯体表層のチリ、脆弱層を固定すること	直接建研式引張接着力試験
⑨	中塗り塗膜の付着性向上の役割をもつこと	塗り重ね供試体の建研式引張接着力試験、基盤目試験
⑩	塗り重ね間隔、乾燥時間が適切であること	建研式引張接着力試験、基盤目試験
⑪	長期耐久性のよいこと	耐水性、耐アルカリ性試験（耐候性不要）

表—3 下地修正材の要求性能と評価方法

	要 求 性 能	評 価 方 法
①	現場硬化可能な不定型材料であること	可使時間, 硬化時間
②	躯体との接着性が良いこと	建研式引張接着力試験
③	補修用塗料の密着を阻害しないこと	塗り重ね供試体の建研式引張接着力試験
④	攪り込み易いこと	粘度 (フロー)
⑤	長期耐久性のあること	耐水性, 耐アルカリ性試験

表—4 防護塗料の要求性能と評価方法

	要 求 性 能	評 価 方 法
①	塗料性状が良好, 安定なこと	比重, つぶ, 可使時間, 硬化時間, 加熱残分
②	プライマーおよび表面塗料との密着性がよい	建研式引張接着力試験 基盤目試験
③	機械的に安定した膜を形成すること	塗膜の引張特性測定
④	高度の腐食因子遮断効果を有すること (コンクリートの中性化防止機能)	防水性 (吸水率, 透水抵抗) 測定 遮塩性試験 ガス透過性試験 (水蒸気, 酸素, 炭酸ガス等)
⑤	塗布後, 躯体にひびわれが発生した場合に追従できること	ゼロスパン追従性試験または塗膜の伸び率測定
⑥	長期耐久性があること	耐水性, 耐熱性, 耐摩擦性 (耐候性はなくてもよい) 耐酸性等の試験
⑦	耐火性 (不燃性) があること	燃焼試験
⑧	作業性が良いこと	混合, 分散が容易

表—5 保護塗料の要求性能と評価方法

	要 求 性 能	評 価 方 法
①	塗料性状が良好, 安定なこと	比重, つぶ, 可使時間, 硬化時間, 加熱残分
②	防護膜と強力に密着すること	層間密着試験
③	防護膜と一体挙動すること	塗装システムにて屈曲試験
④	防護塗料を日光や, 雨の影響より守り, 自身も変色, チョーキングしないこと	耐候性試験
⑤	想定される外部からの影響に対し長期耐久性をもつこと	耐水性, 耐ひっかき性, 耐摩耗性, 耐熱性, 耐候性等の試験
⑥	表面が滑らかなこと	鏡面光沢度試験 (反射率)
⑦	洗浄ができること	耐洗浄性試験
⑧	重ね塗りができること (塗り替え)	建研式引張接着力試験, 基盤目試験
⑨	貼紙防止効果のあること	貼紙防止効果試験
⑩	落書防止効果のあること	落書防止効果試験

して, 試験方法, 規格値等を確立し, 適切なコンクリート塗装の選定ができるように現在委員会で検討中である。

6. 施工方法および管理

6.1 材料の品質管理

塗料は, 一般に工場で生産されて, 現場に搬入され, 塗装作業が容易な状態にするため, 希釈剤などが加えられて調整される。塗布後は, 固化・乾燥を経て連続塗膜が形成される。

このような塗装工事の一連の流れの中で, 塗料の段階, 塗装作業の段階および塗膜の段階のそれぞれの時点での各種の性能が要求され, それを確認する品質管理が行われる。主な管理項目を表—6に示す。

次に, 所定の品質のものであることが確認された後の一般的な施工方法および管理について述べる。

6.2 施工条件

コンクリート塗装の施工にあたって, 施工条件は重要なものの一つで, 構造物の立地条件, 施工時の季節・天候などの環境条件などに対する規定について, 使用する塗料ごとに検討する必要がある。

6.3 下地コンクリートの状態

コンクリート塗装の耐久性は, 塗料の種類にもよるが, 下地コンクリートの質および処理状態によっても左右されるといって過言ではない。また, 断面修復および下地処理の状態によって塗装の仕上げは左右される。

下地コンクリートの処理状態は, コンクリート面の汚れの程度・粗さ状態, 表面付近の含水率・アルカリ度・劣化度, などを検査することにより確認することができる。

6.4 塗装方法

(1) 断面修復材

施工する場所 (下, 横, 上向き), 状態 (大, 中, 小

表—6 品質管理

時 期	管 理 項 目	要 点
塗料状態 における 品質管理	塗り易く, 所定の品質のものであること	製造会社名, 製造年月日, ロット番号, 試験成績表
	ゲル化, 皮張り, 変色等塗料の変質がないこと	容器の中での状態を確認すること
	正常な状態の材料か, 確認すること	比重, 粘度, 等
塗布段階	均一な塗膜が形成できること	塗り易さと, 塗装器具の選定
	適切な乾燥時間で塗膜が形成できること	可能施工温度, 湿度, 下地状態の規定
塗膜形成 後の段階	耐久性能を有していること	接着性, 耐摩耗性, 耐候性, 耐水性, 耐アルカリ性, 耐湿性, 耐汚染性, ひびわれ追従性等の規定
	保護性能を有していること	防水性, 透湿性 有害ガスの遮断性等の規定
	美装機能を有している	色, パターン

断面)によって、それらに適した材料を選定する必要がある。上向き施工の場合は、材料のダレ等、施工性に注意する必要がある。補修断面の大きさによっては、パテ材、モルタルあるいはコンクリートのどの材料を用いるか検討する必要がある。

材質による施工方法の大きな違いは、無機系材料の場合、下地コンクリート面は湿潤状態とする必要がある、有機系材料の場合、乾燥状態とする必要があることである。

(2) 塗 装

塗装方法の種類としては、ハケ塗り、ローラー塗りおよびスプレー塗りがある。場合によってはゴムベラも使用される。

表-7 施 工 管 理

塗装工程	管 理 項 目	要 点	
コンクリート素地状態	表面精度	ピンホール, 単穴	
	表面付着物	レイトンス, 離型剤汚れ等の処理	
	表面劣化	表面強度の確認	
	表面乾燥	アルカリ度, 表面含水率の確認	
	表面吸水性	吸込み, 吸込みむら	
	表面変化	ひびわれ, 断面欠損	
塗装材料	断面修復材	作業姿勢による材料の選定	上向き施工の場合ダレない
		断面状態による材料の選定	施工の行い易い材料
		コンクリート面の状態による選定	無機系(コンクリート面が湿潤状態) 有機系(コンクリート面が乾燥状態)
	塗料	希釈剤と希釈率	使用条件(質・量)を満足する
		塗料の使用量	標準量と同等程度
		塗装方法	材種, 塗布量による施工器具の種類塗り重ね間隔等についての留意
	浸透性防水材料	浸透深さ	素地表面含水率により差がある。
浸透性防水材料と塗装		防水材料は撈水効果のある場合, 有機系塗料を使用	
塗膜状態と塗膜厚	外観(目視)	塗膜に外観上欠陥がないこと	
	塗膜厚	湿潤膜厚	ウェットゲージにて測定可能だが精度に劣る
		乾燥膜厚	塗膜内にたとえばアルミ箔を入れることにより電磁式測定器使用可能
塗り直し	塗膜の欠陥	カスレ, ダレ, チヂミ, フクレ, ハガレ等の確認	
	当りキズ	塗装間隔の厳守	
塗装記録	塗装記録表示	塗り替え材料との適合性	

薄膜厚の場合は、ハケ塗りが一般的であるが、垂直面に1回 100 μ の厚膜塗装は困難で、「塩害指針(案)」C種仕様ではエアレススプレーを用いるようになっていく。スプレー塗りは一般に仕上がりがよい。

(3) 浸透性防水材料

浸透性防水材料を補修に用いる場合、断面修復材を行った後に塗布するのが一般的であるが、有機系の断面修復材を用いた場合は浸透しきれない。また、浸透防水材料の上に塗装を行う場合、撈水効果があるため、水分散系のエマルジョンは水をはじくので適用できないと思われるが、有機系のものであれば問題はない。

(4) 塗 膜 厚

鋼橋の塗膜厚測定は、比較的安定的に測定できるが、コンクリート塗装の場合は困難で、塗布した直後のウェットゲージで測定することはできるが、コンクリート表面の凹凸により精度は落ちる。電磁式による塗膜厚測定器も開発されているが、まだすぐに実用できる状態ではないようである。

(5) 施 工 管 理

上記施工にあたっての主な施工管理について表-7に示す。

(6) 維 持 管 理

一般に構造物は、車輛の排気ガス、跳水などにより汚される。したがって、コンクリート塗装を行った箇所も同様な現象が生じるので、定期的な清掃を行う必要がある。清掃方法は、一般に水モップがよく、水が使用できない場合は、研磨するか、乾いた布でこする方法もある。最近では、静電気を利用したモップも普及している。エポキシ樹脂およびアクリルウルトン樹脂塗装は水洗いがよく、モップだけでもかなり復元性はある。弾性材料塗料の種類によっては汚れが中に入り込むものがあり、水洗い程度では汚れが落ちにくい。塗膜の清掃効果を上げる観点からも、耐候性のある、表面が滑らかになる塗料を用いるのがよい。

また、一般には塗装は経年とともに劣化するものであり、その劣化程度は環境条件、材質の差異、材料が受ける物理的な変化、などにより異なり、塗り替え周期を的確に判断するのは困難である。したがって、塗膜の劣化状態を定期的に点検する必要がある、点検の頻度、点検項目、点検方法、判断基準、などについて検討する必要がある。さらに塗り替えにあたっては、塗り重ねのあわない塗料もあるので塗り重ねの相性についても検討する必要がある。

主な維持管理について表-8に示す。

以上の、品質管理、施工管理および維持管理についての具体的な方法については、現在委員会で検討中であ

表-8 維持管理

種 別	管 理 項 目	要 点
塗 膜 の 汚 れ	塗膜の洗浄性	清掃後の塗膜、復元性の高い材料選定
	塗膜の清掃効果	耐候性が良く塗膜表面が滑らかで汚れにくい材料の選定
	清掃方法	水モップ、研磨 静電気利用法等
点 検	外観（目視）	塗膜に外観上欠陥がないこと
	塗膜の有効性（初期）	光沢の減退、チョーキングの点検
	塗膜の有効性（中期）	基盤目試験または建研式引張接着力試験
塗 り 替 え	塗り重ねの適合性（旧塗膜との接着性）	塗装記録表示の確認
	塗膜の劣化	塗膜の研磨

る。

8. あとがき

昭和 59 年度の委員会では、まえがきにも述べているように、主にコンクリート塗装についての基本的な調査研究を行い、検討事項をまとめた。昭和 60 年度も引き続き検討事項について調査研究を行い、コンクリート塗装に関するマニュアルを作成する予定であり、その結果について別に機会があれば報告させていただきたい。なお、アンケート調査した塗装材料一覧表および試験方法等や委員会での議事録、多くの参考文献などは紙面の関係上ここでは省略し、使用させていただいた資料に関しては、関係各位に感謝の意を表す次第である。

(文責：(財) 首都高速道路技術センター 秋元泰輔)

◀新刊図書紹介▶

第 25 回 研究 発表 会 講 演 概 要 集

体 裁：B 5 判 72 頁

定 価：2 000 円 送 料：300 円

内 容：(1) 高周波熱処理 PC 鋼棒の圧縮特性について、(2) アンボンド無防水工法に関する研究、(3) 新しい緊張管理の試み、(4) PCR 工法によるスラブ桁の設計・施工について、(5) PRC 桁の実橋測定について、(6) PC 桁のせん断耐力に関する実験的研究 (2)、(7) 低強度コンクリートを対象とした PS 定着表置、(8) PS 定着部の耐力性状に関する実験研究、(9) 300 kg/cm² 未満のコンクリートに用いる定着部の耐力実験、(10) BBRV-1000 t テンドンの開発、(11) 円形スパイラル筋を有する PRC 柱の高靱性・高復元性挙動 その 1. 荷重-変形関係、(12) 円形スパイラル筋を有する PRC 柱の高靱性・高復元性挙動 その 2. ヒンデゾーンにおけるモーメント-曲率関係、(13) プレストレスト鉄筋コンクリートはり内部のひびわれ状況、(14) 新定着装置の開発と性能試験、(15) 船川港曲面スリットケーソンの施工、(16) PC 煙突の設計・施工、(17) 「特別講演」PC 建造物の発展に伴う設計・施工上の問題点とその対策、(18) KS 46・47 工区、大型移動吊支保工の設計・施工、(19) 東北新幹線笹目川橋梁の設計施工、(20) 急速施工における 4 径間連続 PC 桁橋の施工について、(21) ノンタブリ・パッドタニ橋の工事報告、(22) 関越自動車道永井川橋の設計と施工について、(23) 歩道用吊床版橋「双竜橋」の設計・施工、(24) 玉川スノーシェルターの設計と施工、(25) バイブレ方式 PC 橋 川端橋側道橋の施工について