

コンクリート構造物の補修

はじめに

構造物の劣化が進行してひび割れや鉄筋腐食が顕在化し、その時点では耐力や剛性の低下は見られないが、それ以後構造上の問題が生じると判定された場合、劣化の進行を抑制するための補修が必要となる。また、最近では、劣化の初期段階における補修が効果的であるとの観点から、劣化が進行していない段階でも予防保全として補修を行うことも検討されている。今回は、現在各方面で行われているコンクリート構造物の補修工法についてその概要を示す。

補修の目的

表に劣化原因に対する一般的な補修工法を示す。補修の目的は大きく分けて、ひび割れからの劣化因子の侵入防止、表面からの劣化因子の侵入防止、劣化あるいは欠損したコンクリートの置換え、電気化学的工法による鉄筋の腐食防止に分類することができる。この他、一般には補強に用いられる工法であるが、鋼板や炭素繊維、プレキャスト部材等によってひび割れの進展を拘束したり、コンクリートのはく落を防止する工法もある。

表 劣化原因に対する補修工法

劣化原因	目的	工法
中性化	<ul style="list-style-type: none"> ・中性化したコンクリートの除去 ・二酸化炭素、水分、酸素の侵入抑制 ・鉄筋腐食の抑制 ・再アルカリ化 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法 ・表面保護工法 ・電気防食工法 ・再アルカリ化工法
塩害	<ul style="list-style-type: none"> ・塩化物イオンを含んだコンクリートの除去 ・塩化物イオン、水分、酸素の侵入抑制 ・鉄筋腐食の抑制 ・進入した塩化物イオンの除去 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法 ・表面保護工法 ・電気防食工法 ・脱塩工法
アルカリ骨材反応	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化部分の除去 ・水分の侵入抑制 ・内部水分の散逸促進 ・アルカリ供給抑制 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法 ・表面保護工法 ・ひび割れ注入工法
凍害	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化したコンクリートの除去 ・水分の侵入抑制 ・凍結融解抵抗性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法 ・表面保護工法 ・ひび割れ注入工法
化学的コンクリート腐食	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化した部分の除去 ・有害化学物質の侵入抑制 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法 ・表面保護工法
疲労	<ul style="list-style-type: none"> ・軽微な場合にはひび割れ進展の抑制 ・(大規模なものは構造的な対策に該当する) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ注入工法 ・断面修復工法

表面保護工法

表面保護工法は、コンクリート表面を樹脂や無機系材料で被覆したり、含浸剤を浸透させることによってコンクリート表面に保護層を形成し、劣化因子の侵入を遮断する目的で行われる。補修目的や使用する材料等により、表面被覆工法、浸透性防水材塗布工法、埋設型枠工法に分類される。

表面被覆工法は最も広く用いられている工法であり、その歴史も古い。しかし、種々の劣化現象に適した仕様が各管理機関で規定されたのは昭和60年代以降である。浸透性防水材塗布工法はコンクリート表面に塗布したシラン系やシリコン系の浸透性防水材がコンクリートの表層5~10mm程度に浸透し、コンクリート中の成分と反応して防水層を形成する工法である。また、触媒性化合物をコンクリート中に15~20cm程度浸透させてセメントの結晶化を促進し、コンクリートを緻密にする工法もある。一方、埋設型枠工法(写真)は施工の合理化、材料の高品質化を目的として近年施工実績が伸びてきている工法である。主として工場生産が可能な高耐久性パネルを埋設型枠として使用し、材料には、レジコンクリートやポリマーを含浸させた高強度コンクリート等がある。

ひび割れ注入・充填工法

ひび割れの補修で一般的に行われているのは注入工法と充填工法である。これらの工法は、ひび割れを外部から閉塞させることによって劣化因子の侵入を遮断する工法である。注入工法(図1)は、ひび割れ幅や注入深さに応じてひび割れ部に50~300mm間隔で注入治具を設置し、エポキシ樹脂や超微粒系のセメント系材料を圧入する工法である。注入圧によって高圧注入と低圧注入に分類できるが、ゴムの復元力を利用して注入圧を0.5N/mm²程度以下

写真 埋設型枠工法

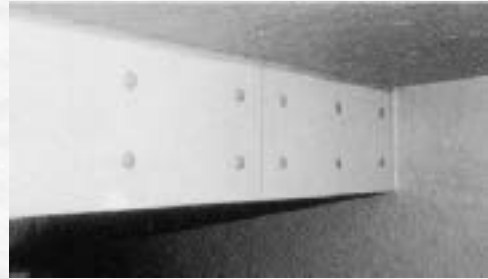


図1 ひび割れ注入工法

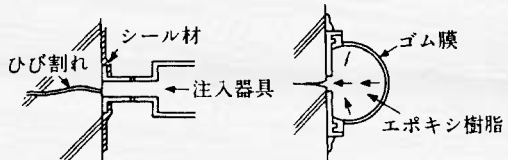
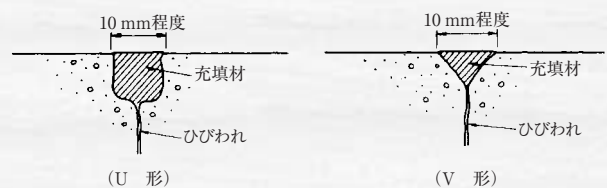


図2 U(V)カット充填工法



にした低圧注入工法が多く行われている。また、ひび割れは気温や湿度、荷重によって変動するため、ひび割れの動きが大きい場合には追従性のある可撓性の注入材を用いる必要がある。また、ひび割れから漏水がある場合には、発泡性のウレタン等を用いて止水を行う場合もある。注入が可能なひび割れ幅は0.2mm程度以上であるが、0.2mm未満のひび割れや0.5mm程度以上のひび割れに対しては、ひび割れの一体化が要求される場合を除いて充填工法が用いられる。充填工法(図2)は、ひび割れ表面を幅10mm、深さ10mm程度にU(V)カットした後、充填材を充填する工法である。充填材には可撓性のエポキシ樹脂やシリコン樹脂等が用いられる。また、ひび割れから漏水がある場合には、カットする幅や深さを大きくして半割管やメッシュホース等の導水

管を埋め込んだ後、充填を行う。ただし、鉄筋腐食によるひび割れや構造上問題となるひび割れについては、注入や充填工法では十分な効果が得られない場合があるので、後述する断面修復工法や各種の補強工法について検討するのが良い。ひび割れの補修に関しては、日本コンクリート工学協会の「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針」が参考になる。

断面修復工法

断面修復工法は、塩害や中性化による鉄筋腐食や凍害、化学的劣化によってコンクリート断面の一部が欠損した場合、また、劣化因子を含むコンクリートを除去した後に、元の断面に復旧する目的で行われる工法である。補修目的や施工条件等により打替工法、吹付け工法、プレパックド工法、パッチング工法に分類される。

打替工法、吹付け工法、プレパックド工法は修復断面が比較的大規模な場合に、パッチング工法は小規模な場合に適している。使用する材料は、有機系、無機系のものがあるが、材料強度、下地コンクリートとの付着や収縮によるひび割れ、劣化因子の侵入遮断性等を考慮して材料を選定する必要がある。一般には、樹脂モルタルやポリマーセメントモルタル、無収縮モルタルが用いられる。さらに、断面修復後に表面保護を行うことで劣化因子の侵入が遮断され、耐久性はさらに向上する。劣化因子を含んだコンクリートの除去が不完全であると断面修復後に再劣化が生じるため、特に鉄筋の周囲のコンクリート除去、断面修復を確実に行うとともに、鉄筋に対する防錆処理を行うことが重要である。しかし、実際には鉄筋背面のコンクリート除去は非常に困難であるため、劣化深さが鉄筋の奥深くまで達している場合には、別途電気化学的な工法を検討するのが良い。

電気防食工法

電気防食工法はコンクリート表面に設置する外部電極とコンクリート中の鉄筋を電極として通電し、鉄筋に腐食電流と逆向きの電流を流すことによって鉄筋腐食を抑制する工法である。外部電極にはチタンメッシュが多く用いられているが、最近ではリボン状やロッド状のもの、また、チタンを溶射する工法がある。電流密度はコンクリート表面積当り $30\text{mA}/\text{m}^2$ 程度であり、防食効果の判定は電位測定により行う。

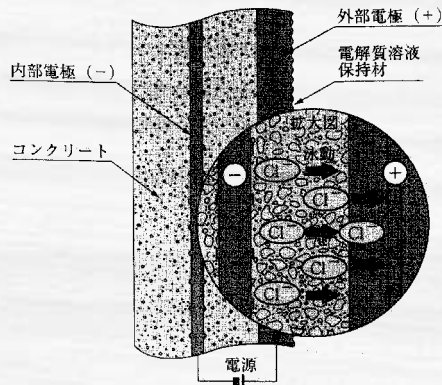
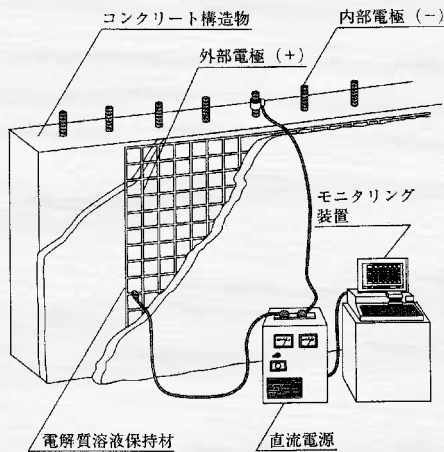
脱塩工法・再アルカリ化工法

脱塩工法（図3）はコンクリート表面に設置する外部電極およびコンクリート中の鉄筋を電極として通電し、コンクリート中の塩化物イオンを電氣的に外部に移動・除去することによって鉄筋の腐食進行を抑制する工法である。電気防食と異なって一定期間だけ通電を行う。電流密度はコンクリート表面積当り $1\sim 2\text{A}/\text{m}^2$ 程度、通電期間は1～2ヶ月程度である。脱塩による塩化物イオンの除去率は80%程度であるが、脱塩後も塩化物イオンの侵入がある場合には、脱塩を行った後、別途表面被覆を行うのが良い。一方、再アルカリ化工法は中性化によってアルカリ分を失ったコンクリートに対して電氣的にアルカリイオンを供給し、アルカリ性を付与することにより、鉄筋の腐食進行を抑制する工法である。施工方法は脱塩工法と同様、外部電極および鉄筋を電極として通電し、コンクリート表面に設置したアルカリ溶液中のアルカリイオンをコンクリート中に浸透させる。

おわりに

補修は構造物の耐久性を確保することにより耐用

図3 脱塩工法



年数を延ばす目的で行われるが、補修材料および工法自体の耐久性については未だ明らかになっていないのが現状である。本格的な維持管理の時代を迎えるにあたり、各方面で構造物のアセットマネジメントやライフサイクルコストに関する検討が始まっている。構造物の維持管理を効率的に行うためにも、今後このような課題に対してデータの蓄積や研究を

行うことが重要である。

【参考文献】

- 日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針、2003年6月
- (財)沿岸開発技術研究センター：港湾構造物の維持・補修マニュアル、平成11年6月

《講習会》 共催：(社)東京建設業協会

「環境管理」講習会

- 日 時：平成17年2月22日 13時30分～16時30分
- 場 所：エンパイヤビル（東京都中央区）
- 講 師：永井文男氏（鹿島建設(株)東京支店安全環境部環境管理課課長）
阿部芳雄氏（鹿島建設(株)東京支店安全環

境部次長)

- テーマ：「土壌汚染対策について」(建設汚泥も含む)「副産物管理の基本」



永井文男氏



阿部芳雄氏

この講習は、第1部「土壌汚染対策について」を永井氏、第2部「副産物管理の基本」を阿部氏が担当しました。第1部では、「汚泥」と「残土」の違いや土壌汚染対策法、都内の対応、実例を基にした土壌汚染調査・浄化対策などについて、また第2部では廃棄物処理法、建設リサイクル法などの解説とともに、現場での取り組みについて、それぞれ講義がありました。どの現場でも直面する課題であり、講習会参加者からは実例に即した具体的な質問が多数出されました。

(受講者約110名)