

コンクリート構造物の
耐久性向上と維持管理費の低減

1. コンクリートの性状

1. コンクリート中空隙量 ≒ 18%～22%以上

・生コン中の練り混ぜ空隙（エントラップドエア） ≒ 4.5%

・練り混ぜ余剰水 ≒ 8%～18%[^]

水和反応の特異性、水セメント比の配合設定による。

・エンドレインドエア ≒ 5%

* 密閉された供試体の水和は、ペースト内に存在する水量がすでに結合した水量の2倍以上である場合にのみ進行する。

（水和反応は、反応に必要とする水分量の倍の水分量を必要とし、反応が進行すると余剰水となる。）

（水和反応の進行は、化学反応に比すれば非常に遅い。）

（コンクリート中では、水酸化カルシウムの溶融、再結晶が繰り返されている。）

* 内在する空気は 10°Cの気温変化でその“体積は9～14%膨張収縮を繰り返す。

* 水は 1200～1700倍の水蒸気になる。

2. セメントペースト（CaOH）は、動く（流れる）水に溶脱する。

3. 打設打ち継ぎ部、補修モルタル界面では一体化していない。

4. 生コン、モルタルに繊維を混入した場合、透水量は多くなり、凍害、CaOH、摩耗は促進する。

2. 寒冷地における劣化原因

1. 水掛部とその水の下流側

・セメントペースト溶脱、凍害

2. 漏水部とその下流側

・セメントペースト溶脱、凍害

3. かぶり不足部

・鉄筋発錆・腐食、ひび割れ、セメントペースト溶脱、凍害

4. 水掛部に生じたひび割れ部

・鉄筋近傍への水、塩水の供給、凍害、塩害（鉄筋発錆・腐食）

5. 中性化部に生じたひび割れ部

・鉄筋近傍への水、塩水の供給、凍害、塩害（鉄筋発錆・腐食）

6. 初期欠陥部

・ジャンカ、凍害

・不良骨材、ポップアウト。ASR

3. 補修設計の必須考慮事項

1. 目的の明確化

- ・美観の回復（一時的、長期的）
- ・緊急対策（安全確保）
- ・延命化（比較的短期間の性能確保）
- ・耐久化（出来る限り永い性能確保）

2. 設計時に特に注意すべき事項

1. 斫は最小限にとどめ、ピックは出来るだけ使用しない。

浮き、スケーリング、アブサンデン現象部は 50Map 程度の高圧水で除去しカビや苔などの細孔空隙に入り込んだものは、グラインダーや金ブラシを用いて除去する。

2. 鉄筋露出部（鉄筋性能は確保している）は、近傍のコンクリート強度を確認してグラインダー、金ブラシ、高圧水（50Map 程度）で脆弱部のみを除去する。

3. ひび割れや上部からの水の供給がある場合は、漏水や上部からの水の供給を遮断する。（遊離石灰析出部も漏水と看做す）

完璧な止水をしなければ早期に再劣化が生じる。

*このような対策は、土木学会からの標準示方書や指針、発注機関の設計要領等には記載されていないため採用されにくいと思われるが、再劣化事例や土木学会 2018 年制定コンクリート標準仕様書 維持管理編に唯一水掛について記載されていることを根拠に努力して頂きたい。

***土木研究所 “コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル 2022 年版” では、水処理として“補修前に共通して対策”が記載された。**

3. 耐久性能を求める場合は、水掛に対する予防保全を考慮する。

4. 補修設計、施工にあたっての問題点

1. 劣化部と健全部の確認方法が確立していない問題点。

→ 結果として過大な斫となり手斫になりひび割れを促進。

2. 劣化原因遮断のための表面被覆材の性能の問題点。

→ 土木学会 コンクリート標準仕様書 基準編 では表面被覆材の被覆性能試験に内部水の水蒸気透過性が規定されていないために背面で凍害促進が起きている。

3. 劣化原因遮断のためのシラン系表面含浸材性能の問題点。

→ 含浸撥水遮水層の早期喪失と塗布したことで劣化を促進するものがある。

4. 被り不足による鉄筋露出部の斫に際して、露出鉄筋の背面まで斫出すときに、すぐ背面の縦筋、横筋にピックが触れひび割れを促進し再劣化を促進する場合がある。
5. 補修モルタルに用いられるプライマーには加水分解するものが多く、早期再劣化が生じる場合がある。使用の是非を判断する必要がある。
→ 土木学会 “コンクリートライブラリー 119 表面保工法” ではプライマー使用を標準としている。このことが疑問となる。
6. 漏水により劣化が生じている場合でも、完全な止水対策をせずに補修が行われている。完璧な止水対策の施工をする。
7. モルタル、コンクリート増し打ちでは、基材と一体化はしていない、また一体的な強度も確保できない。よって、斫りは最小限に留める
補修モルタルの収縮によって補修界面に隙間が生じ、水が浸透することで再劣化は生じるので界面に防水を対策する。
8. 補修施工では、技能労働者ではなく限りなく普通作業員によってなされている。
9. 断面損傷の大きさのみや、ひび割れ幅・長さのみで判断するのではなく、構造物全体としての劣化原因を考慮して診断・材料選定・設計する必要がある。
10. 伸縮装置を取り換えても短期間のうちに、漏水が生じ下流側のコンクリートに劣化が生じる。コンクリートに漏水が生じて劣化が生じない対策を取る。

5. 必要のない補修

1. 水掛の影響を受けない部位に生じたひび割れ補修。
2. 被り厚が確保されていて、水掛の影響を受けない中性化した部位の中性化対策補修。
3. 塩化物含有量が発錆限界値、腐食限界値を超えても PH 値 9 以上で、水掛の影響を受けない部位の塩害対策補修。マニュアル 2022 年版では PH11 以上になった。

6. 材料選定に当たり性能を確認すべき事項

1. 表面被覆材 → 付着性、耐候性、透気・透湿性、防水性
2. 表面含浸被覆材 → 付着性、耐候性、水蒸気透過性、防水性
3. 表面含浸材（シラン系・ケイ酸塩系） → 主材、施工実績ではなく有効性で判断
4. 断面修復材 → 施工後の強度（強すぎると割れが生じ、自ら剥離する）
樹脂含有量（多いと剥離や浮きが生じる）
5. ひび割れ注入・充填 → 漏水・遊離石灰析出部にエポキシ樹脂を用いても止水は出来ない。

7. 予防保全考慮時の要点

1. 耐久性を求める補修には、補修の最後に補修面に水掛を遮断する予防保全をすることが、最も有効である。
2. 予防保全の材料性能には、内在する空気量・水分、耐候性、防水性を十二分に意識して確認することが重要。

*発注者の中には、予防保全を実施したが効果が得られていない場合が多く予防保全に懐疑的な考えを持っておられる方々も多い。

材料性能を十分に考慮すること（カタログの性能だけでは判断しない、失敗事例などを）で、有効な対策は可能である。

8. 維持管理費の低減

1. 構造物全体を観察し、劣化の根本原因を追究把握して、根本原因を対策しその後に個別の劣化部を対策する。
2. 全てを補修する必要はなく、水掛部とその下流側のみで対策する。
3. 美観の回復を求めないときは、現状のままで水掛りのみの対策をる。

2024.12.1. 改定