



高知県コンクリート診断士会

平成30年高知県コンクリート診断士会研修会

(第1回 保有技術発表会第5回 業務体験発表会)

ローモンタイトの乾湿繰り返し作用による 粉化現象と剥落対策事例

高知県コンクリート診断士会 ○兵頭 学

高知県コンクリート診断士会 前田秀夫

高知県コンクリート診断士会 水田勝也

1. はじめに



- 壁高欄にスケーリングのような表面的な劣化が確認されており、部分的な剥落が確認されていた。
- 高架橋であることから、第三者被害予防の観点から対策が必要な状況となっており、補修設計を実施。



2. 損傷の状況



- ①表面色が暗灰色であり、苔や菌類と推定される植生が確認される箇所が多い。
- ②表面的な剥離は見られるが、ひびわれや鉄筋露出など内部鉄筋の腐食が原因と思われる変状は相対的に少ない。
- ③損傷は、日照のある南側面で劣化程度が大きい。

3. 詳細調査



・ 劣化原因推定のための詳細調査を実施

- ①表面反発度試験 ⇒ 表面的な劣化程度の把握
- ②圧縮強度試験 ⇒ 内部の強度低下の把握
- ③中性化試験 ⇒ 中性化深さの把握
- ④衝撃弾性波試験 ⇒ 劣化深さの把握
- ⑤X線分析 ⇒ 有害物質の把握

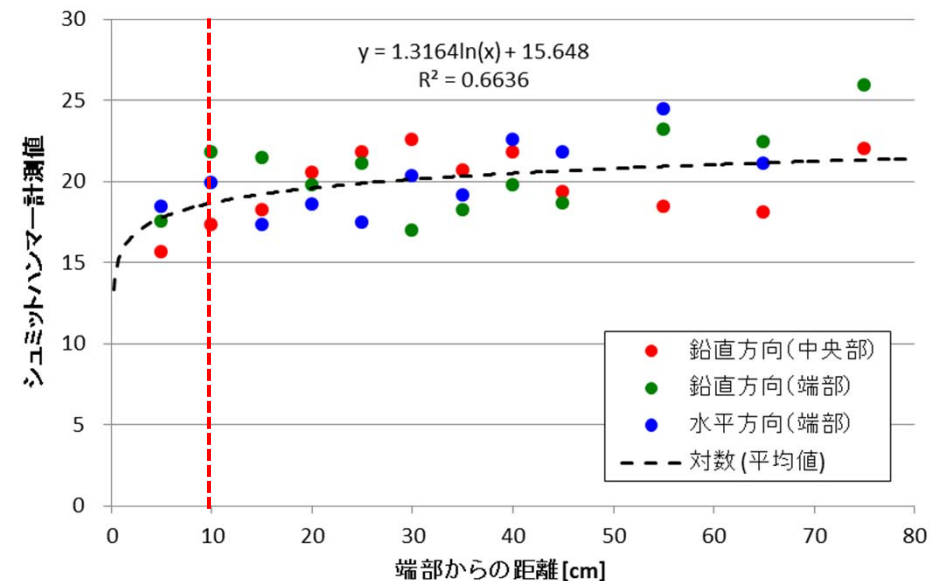
※塩化物イオン含有量試験は過去の調査で 0.81kg/m^3 の結果を得ていることから調査を省略した。

3. 詳細調査



① 表面反発度試験

- ・ 頂部から10cm程度の範囲では明らかに他の範囲よりも強度低下が大きい。
- ・ その他の範囲では頂部から離れるほど緩やかに強度増加が見られるが大きな違いはない。
- ・ 表面の強度低下は目視で確認できる劣化程度と概ね一致する。

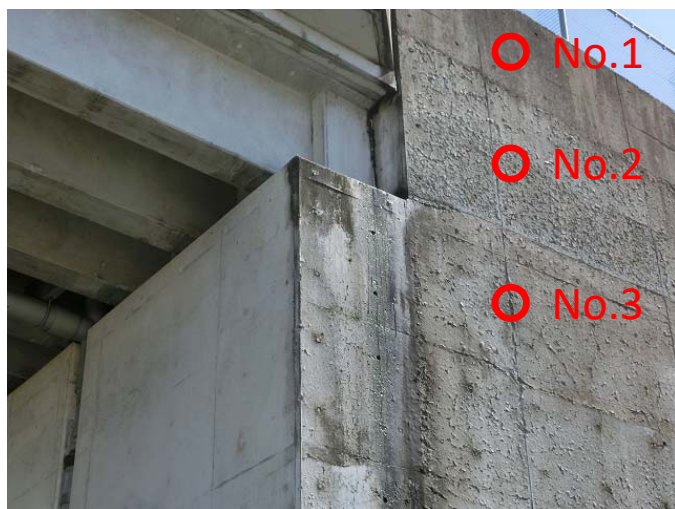


3. 詳細調査



② 圧縮強度試験

- ・ コアは、南向き側面の同一箇所でも劣化程度に差がある橋台ウイング側面の3箇所で採取した。
- ・ いずれのコアも圧縮強度は設計基準値である 24N/mm^2 を上回っている。
- ・ 外観目視による劣化程度と圧縮強度の大きさには相関が見られる。



コア番号	No.1	No.2	No.3
目視による劣化度	低	高	中
圧縮強度 (N/mm^2)	39.2	31.3	34.2
中性化深さ(mm)	12.9	12.0	19.4
中性化速度係数 ($\text{mm}/\sqrt{\text{年}}$)	3.2	3.0	4.9

3. 詳細調査



③ 中性化試験

- ・ 調査箇所の竣工は、平成10年4月。(竣工後16年後に調査)
- ・ 中性化深さは12.0~19.4mmとなっており、外観目視による劣化度や圧縮強度との相関性は見て取れない。
- ・ 中性化速度係数は3.0~4.9mm/√年とやや高い値を示す。
- ・ 表面劣化度との相関がないため、市街地部で交通量が大きいことが影響している可能性もあるが、表面劣化により中性化の進行が早くなっていることも想定される。



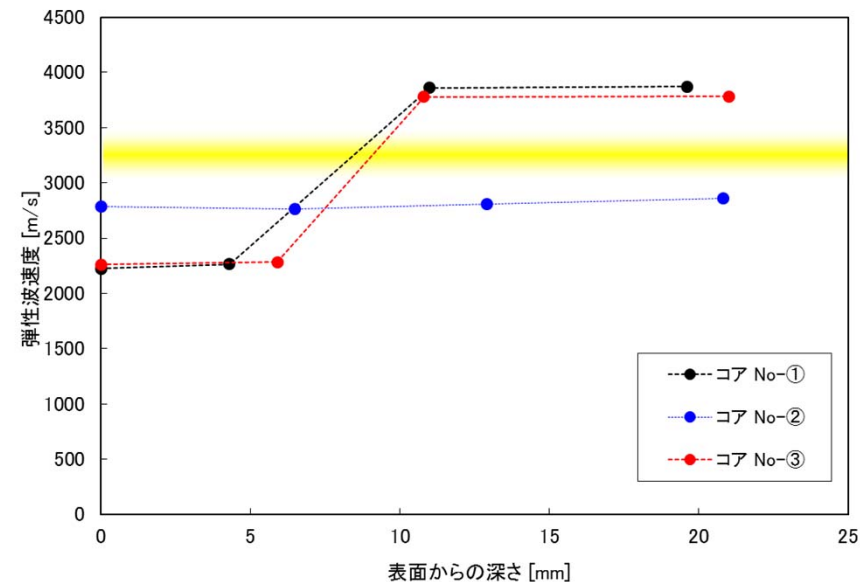
コア番号	No.1	No.2	No.3
目視による劣化度	低	高	中
圧縮強度 (N/mm ²)	39.2	31.3	34.2
中性化深さ(mm)	12.9	12.0	19.4
中性化速度係数 (mm/√年)	3.2	3.0	4.9

3. 詳細調査



④ 衝撃弾性波試験

- ・ 採取したコアをカッターにより5mm程度ずつ切除しながらコアをインパクターで叩いて弾性波を計測した。
- ・ 切除深さが深くなるほど弾性波の回復が見られ、劣化は表面から10mm程度の範囲に収まっていると判断できる。
- ・ No. 2の供試体のみ弾性波の回復が見られなかった。一定の値を示し内部欠陥などが影響していると考えられる。

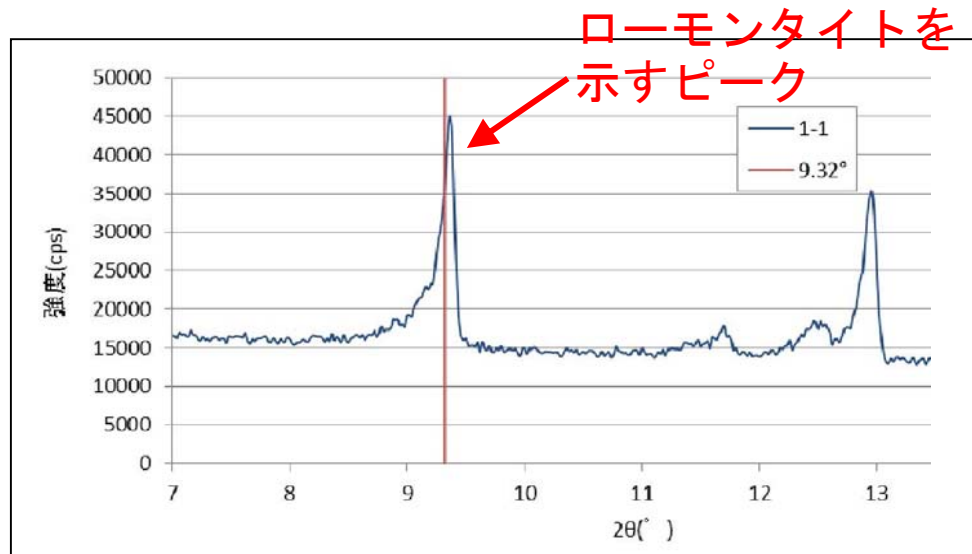


3. 詳細調査



⑤ X線分析

- ・採取したコアを用いてX線回折による成分分析を実施。
- ・分析の結果、骨材にはローモンタイトが含まれることが分かった。
- ・分析した3つの供試体のうち、1つからはローモンタイトが明確に検出されなかったが、コアや分析用の資料の採り方にもよるため、影響がないとは言い切れない。



4. 損傷原因



- ・ 損傷は表面的なものであり凍害と同じように乾湿の繰り返し作用を受ける箇所で劣化の進行が認められる。
- ・ 損傷箇所の骨材をX線分析した結果、骨材にはローモントイトが使用されていることが確認された。



- ・ ローモントイトは、乾湿の繰り返し作用により粉化して骨材が崩壊し、表層部から徐々に崩壊が進行する。
- ・ この過程で体積の膨張も生じるためポップアウト現象を生じることが知られている。



調査の結果確認された変状は、いずれも ローモントイトの劣化性状と合致している ことから、壁高欄の損傷原因は、骨材にローモントイトが使用されていることであると判断した。

4. 損傷原因



高知県コンクリート診断士会



5. 補修設計



耐荷力低下への影響評価

・ 壁高欄の表面から10mm程度は材料劣化によって強度低下が認められるため、そのことによって壁高欄としての耐荷力に影響を及ぼしているか確認を行った。

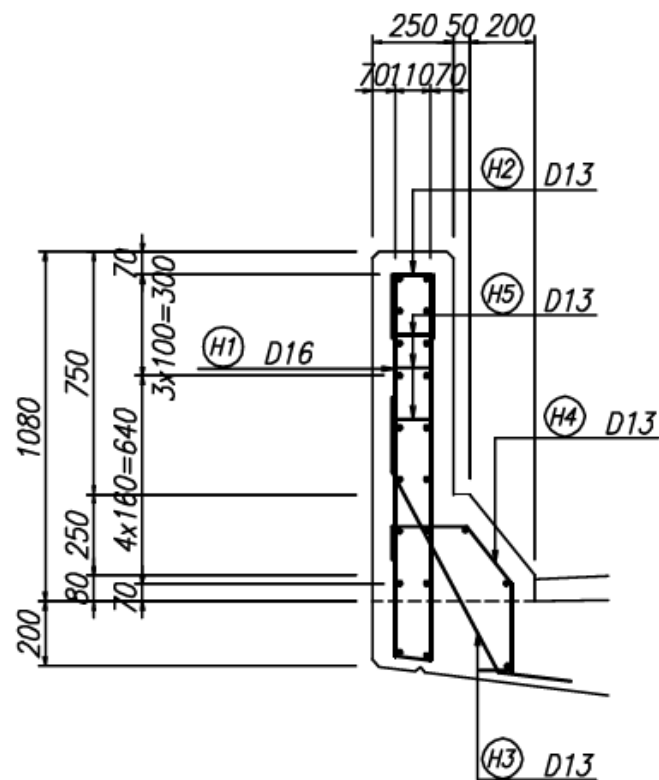
許容応力度 $180\text{N}/\text{mm}^2$ の場合の設計
曲げ耐力は、

$$Ma1 = 44.63 \text{ kN/m}$$

10mmの欠損を考慮した曲げ耐力は、

$$Ma2 = 40.71 \text{ kN/m} \text{ (約9\%の低減)}$$

耐荷力低下の程度は小さいため、表面的な劣化に留まっている範囲の補修は、断面修復を必須としないものとした。



5. 補修設計



補修工法選定

- ①骨材に含まれるローモンタイトの乾湿繰り返し作用による表層劣化部の除去
⇒ウォータージェット表面処理同時吸引工法
- ②脆弱部の厚さが大きい場合の断面性能の回復
⇒ポリマーセメントモルタルによる断面修復工法
- ③今後の劣化抑制のための表面保護（遮水性確保）
⇒シラン系含浸材による表面含浸工法
- ④第三者被害予防措置のための剥落防止対策
⇒スマートメッシュ工法

シナリオ	実施すべき対策			
	①表面劣化部の除去	②断面修復	③遮水性の確保	④剥落防止対策
1	はつり工 (30mm)	断面修復工(全面的)	表面被覆工	—
2	下地処理工	断面修復工(部分的)	表面被覆工	
3	下地処理工	断面修復工(部分的)	表面含浸工	剥落防止ネット工
4	下地処理工	断面修復工(部分的)	剥落防止シート工	

6. 合理的な補修工法の選定



全長を経過観察も含めて、
5段階の損傷レベルに分類
し損傷程度に応じた補修工
法および補修対象範囲を設
定することで、合理的な補
修計画を提案



補修レベル 1	補修レベル 1
補修レベル 2	補修レベル 3

7. おわりに



- ・ ローモンタイトによる変状事例報告は高知県においては代表的な塩害による損傷に比べて注目されていないが、今回のような変状を起こしているコンクリートは、実は県内では多く見られるものである
- ・ 本報告が、今後同様の損傷に対する補修事例として有益なものとなることを期待している
- ・ しかしながら、補修対策事例も少なく、どのような補修がより効果的で合理的であるのかは、まだまだ検討の余地がある可能性は十分に考えられる
- ・ 補修後の劣化の進展の程度も含めて経過観察を行い、ローモンタイトに対する補修のあり方について継続的に検討していく必要があるものと考える