

凍害発生地域(盛岡保守基地)の CA モルタル内部の劣化調査

JR 東日本 正会員 ○板倉真理佳 神津大輔 小西俊之

1. 目的

JR 東日本では 2031 年度以降に新幹線大規模改修の中で凍害劣化が進行しているスラブ CA モルタルの打替工を予定している。CA モルタル打替工は対象数量が 15 万枚と膨大であるため、より効率的かつ効果的に改修を行うために CA モルタルの劣化状態を把握し、その結果に基づいて施工範囲や施工方法を検討する必要がある。

CA モルタルの劣化は凍結融解と列車荷重の相互作用で進行すると考えられるが、本稿では凍結融解の影響のみでどの程度劣化が進行しているかを評価することを目的に、凍害発生地域である盛岡保守基地のスラブ板を一時撤去し、CA モルタルの内部の劣化調査を行った結果について報告する。

2. 調査内容

2-1. 調査箇所付近の過去の気象状況と劣化状況

今回調査した盛岡保守基地(岩手県盛岡市天昌寺)のスラブ線は経年 35 年程度経過しており、保守用車庫の奥に位置するため、現在はほとんど荷重がかからない状態である。過去 10 年(2005~2015 年)の気象観測データ(気象庁「盛岡」)と 2016 年度 CA モルタルの検査結果(有ランク数)を表 1 に示す。

表 1 気象観測データと CA モルタル検査結果

	[日/年]		[mm/年]		[cm/年]		[%]	
	真冬日	凍結融解日数 0度 -2度	日射による融解 0度 -2度	降水量	降雪量	検査結果 Cランク	有ランク	

※凍結融解日数: 1 日のうち最低気温が 0 度/-2 度以下、最高気温 0 度以上
 ※日射による融解: 凍結融解日のうち日射量 2 時間以上となる日数
 ※検査は目視による外観検査で劣化度の高い順に C, B, A, 無ランクとなる

東北新幹線の大宮~盛岡間を 12 エリアに分けて分析すると、盛岡エリアは凍結融解日数、有ランク数共に 3 番目に高いエリアであり、凍害による劣化が進行していると考えられる地域である。

2-2. 調査項目

スラブ板 3 枚を一時撤去し、以下の項目について調査した。

1. 目視確認および強度特性(圧縮強度、静弾性係数、上下比重、細孔径分布)
2. 衝撃載荷試験(小型 FWD)による劣化評価

3. 冬期間の CA モルタル内部の温度変化

なお、強度試験項目ごとに試料が必要であり No. 1 スラブにて圧縮強度・静弾性係数、No. 2 スラブにて上下比重、No. 3 スラブにおいて細孔径分布を調査した。

2-3. 検証事項

列車荷重が作用しない状態での内部の劣化進行状況および日照の影響(左右差)について検証を行った。合わせて今後本線調査を行う際の劣化判断指標を検討した。

3. 調査結果

調査は 2017 年 11 月 5 日~8 日の日中(晴れ、最高気温 12~20℃)に行った。事前に調査対象のスラブ 3 枚の CA モルタルとの隙間量を 0.5mm の薄板を用いて確認したところ、スラブ隅角部で最大約 100mm であり、側面中央では隙間は確認できなかった。強度特性を把握するための試料は CA モルタル側面から 100mm, 240mm, 600mm, 1100mm(中央) から採取した。なお、図 2~図 6 は資料採取位置の数値を示している。

3-1. 目視確認

側面や突起周りは全体的に土のように脆くなっており、側面から 200mm の範囲は白色化しておりスラブ板を支持していない様子が見受けられた(図 1)。一方、中央部は空気と水の介在を示す白華現象を確認したものの脆くはなっていないことを確認した。

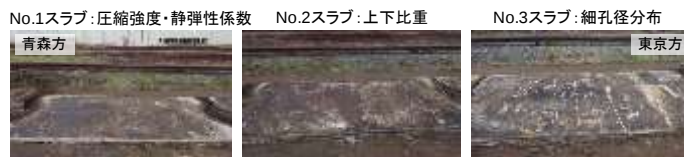


図 1 スラブ CA モルタルの状態

3-2. 強度特性

① 圧縮強度(図 2)

CA モルタルの圧縮強度は、材齢 28 日における圧縮強度=2.0 [N/mm²]、設計曲げひび割れ強度=2.3 [N/mm²]と定められている。今回測定した箇所では隅角部において 1 箇所曲げひび割れ強度を下回り、外周部は低い傾向(外周平均: 3.6 N/mm², 内部平均: 4.5 N/mm²)であることが分かった。なお、敷設時の

キーワード CA モルタル, スラブてん充層, 凍結融解, 小型 FWD

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進 2 丁目 479 番地 TEL 048-651-2389

圧縮強度は不明であるが、同配合の供試体で行った試験結果¹⁾で 4.69N/mm^2 を記録していることから、内部は圧縮強度の低下が進行していないと考えられる。

② 静弾性係数(図3)

試料の端面を平滑にすることが難しく、制度が低いと考えられるため絶対値としての評価はできないと判断した。参考的に相対比較をすると、圧縮強度より顕著に外周部が低い傾向を捉えていた。

③ 上下比重(図4～5)

上部密度、下部密度ともに既往の文献値¹⁾($1.5 \sim 1.6\text{g/cm}^3$) よりも小さく、特に上部の劣化が進行していると推定できる。

④ 細孔径分布(図6)

過去の知見²⁾で、凍結融解作用を受けた CA モルタルは $1 \sim 10\mu\text{m}$ が卓越することが示されており、外周部から採取した試料では同様の傾向が見られた。

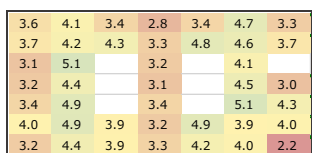


図2 圧縮強度 [N/mm²]
(No. 1 スラブ)

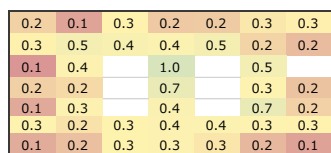


図3 静弾性係数
(No. 1 スラブ・最大値に対する比)

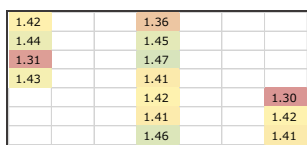


図4 上部密度 [g/cm³]
(No. 2 スラブ)

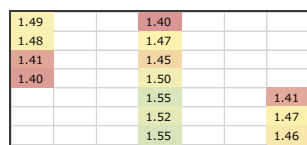


図5 下部密度 [g/cm³]
(No. 2 スラブ)

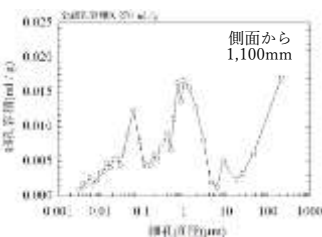
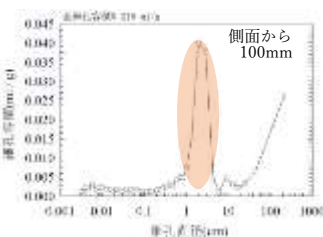


図6 細孔径分布
(No. 3 スラブ左:側面部, 右:中央部)

以上のように全ての指標で側面の劣化を捉えており、目視確認結果合すると列車荷重の影響を受けない環境下においては側面から 200mm 付近まで劣化が進行している。内部は劣化進行が認められなかった。また、日照差(左右差)はないことを確認した。

3-3. 衝撃载荷試験(小型 FWD) と劣化箇所の相関

本線においてスラブを撤去して劣化状況を把握することはできないため、非破壊手法を用いて劣化傾向を評価する必要がある。今回、スラブ板撤去前に小型 FWD による、衝撃载荷試験を行い実際の劣化状態

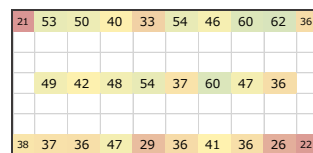


図7 支持ばね係数 [kN/mm]
(No. 1 スラブ)

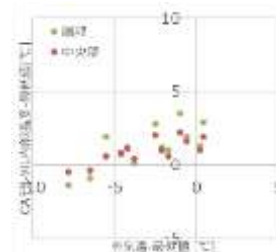


図8 CA モルタル内部温度

との突合せをおこなった。測定はスラブの隅角部と各締結装置の位置の端部および中央部で行った。No. 1 スラブの結果を図7に示す。支持ばねも外周部が低いことがわかる。外周部では CA モルタルの劣化でスラブ板が支持されておらずたわみが生じて低下したと考えられる。また、図2と比較すると、圧縮強度の低下箇所と支持ばね係数の低下箇所がおおむね一致しているおり、小型 FWD 測定においても劣化傾向を捉えられる可能性を得た。

3-4. 外気温と CA モルタル内部の温度変化

外気温の低下により CA モルタル内部がどの程度温度影響を受けるかを調査した。調査は No. 3 スラブの、中央と側面中央の CA モルタル上面に熱電対を設置し、積雪の影響を避けるため、2018 年 3 月 1 日～15 日に実施した。外気温(最低値)と CA モルタル内部温度(最低値)の関係を図8に示す。調査より、外気温が -5°C 以上では CA モルタル内部温度は 0°C を下回らないこと、端部の方が外気温の影響を受けやすいことがわかった。

4. まとめ

今回得られた知見は以下の通り。

1. 列車荷重が作用しない環境下では概ね外周部 200mm まで劣化が進行していること、左右差(日照の影響)はないことを確認した。
2. 小型 FWD 測定においても劣化傾向を捉えられる可能性を得た。今後サンプルを増やし検証する。
3. 外気温が -5°C 以上では CA モルタル内部温度は 0°C を下回らない。気象データから凍結融解数を想定し劣化進展の予測につなげられる可能性がある。今後本線において、CA モルタルのサンプル調査を行い、劣化傾向を把握していく。

参考文献

- 1) 伊東ら: CA モルタルの強度・変形特性に関する検討, 土木学会第 65 回年次学術講演会概要集 VI-238
- 2) 高橋ら: 軌道スラブを支持する CA モルタルの凍害に関する基礎的検討, 土木学会第 71 回年次学術講演会概要集 VI-346