

土砂化した鉄筋コンクリート床版の断面修復に関する実験的研究

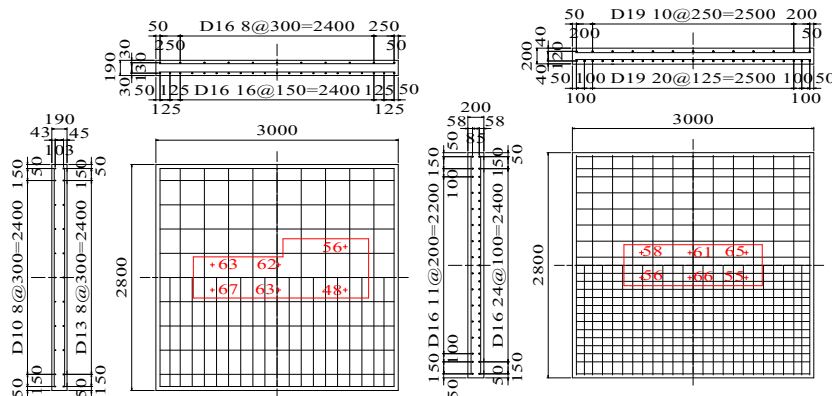
大日本コンサルタント 正会員 ○牧 祐之 寒地土木研究所 正会員 中村 拓郎
 金沢大学 正会員 久保 善司 CORE 技術研究所 正会員 波多野 雄士
 日本橋梁建設協会 正会員 和田 均 住友大阪セメント 正会員 宮野 伸紘

1. 目的

道路橋床版の劣化現象として、昭和 40 年代に発生した鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版と称す）の陥没損傷を契機に疲労の研究が活発化し、そのメカニズムが解明されるに至った。RC 床版の疲労は通行車両による荷重が繰り返し載荷されることにより陥没破壊に至るもので、輪荷重走行試験機の開発がその解明に貢献した。これを受けて道路橋示方書は疲労対策として設計床版厚さを大きくするよう改定され、RC 床版の疲労損傷問題はほぼ解決されたと言ってよい。しかしながら近年、新たな床版の損傷として土砂化が顕在化するようになり、その対応が急務となってきた。土砂化は材料劣化の影響も受けることが分かってきており、輪荷重走行試験による既往研究の成果で、例えば ASR による微細ひび割れへの水の浸透から土砂化に進展することが示唆されている¹⁾。実橋で土砂化が発生した際には、既にひび割れなど損傷が発生している場合が多く、部分打ち替えや断面修復による補修を行っても、ひび割れ等に起因すると考えられる剛性低下によって、打継面での縁切れなど再損傷が発生する例も頻発している。そこで本研究では、土砂化箇所を断面修復する際の材料条件を検討するために、実際に土砂化が発生した実物大床版供試体を用いて断面修復を行い、輪荷重走行試験によりその効果を確認したのでその結果を報告する。

2. 供試体と試験方法

供試体には既往試験¹⁾で床版上面が土砂化した図-1 に示す鉄筋量と床版厚さを変えた S39 と S47 の 2 体を用いた。この土砂化に至る試験（以下、土砂化試験と称す）は、写真-1 に示す国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所が所有する輪荷重走行試験機を用いて水張り環境下での一定荷重走行を実施しており、試験終了時点では写真-2 に示す状態であった。何れの供試体も試験終了時点で下面側に漏水は確認されていない。土砂化の試験における走行回数は S39 供試体が 45,202 回、S47 供試体が 269,420 回であった。何れも土砂化確認後に試験機が許容できる範囲まで走行を続行している。補修に当たり使用した断面修復材はポリマーセメントモルタル（以下 PCM と称す）で、その施工手順は図-1 の朱書きで示した範囲のコンクリートを最上段の鉄筋下面が露出するまで電動ピックにより除去し、高圧洗浄後乾燥させ微細ひび割れ



(a) S39 供試体

(b) S47 供試体

図-1 供試体形状

(単位：mm)



写真-1 輪荷重走行試験機

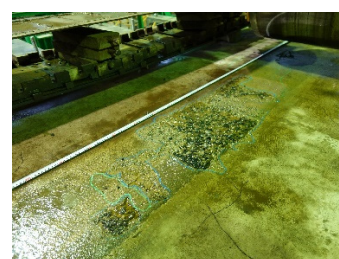


写真-2 土砂化の状況 (S39)

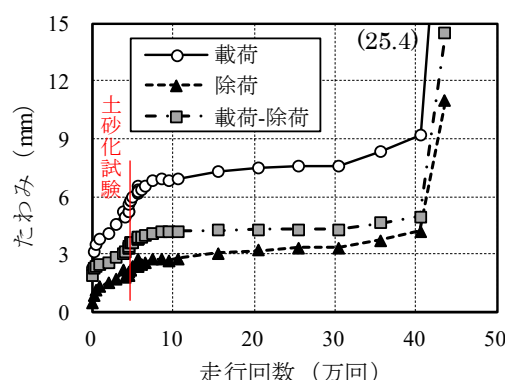
キーワード 道路橋床版, 輪荷重走行試験, 断面修復, ポリマーセメントモルタル

連絡先 〒330-6011 さいたま市中央区新都心 11-2 大日本コンサルタント(株) TEL048-615-2224

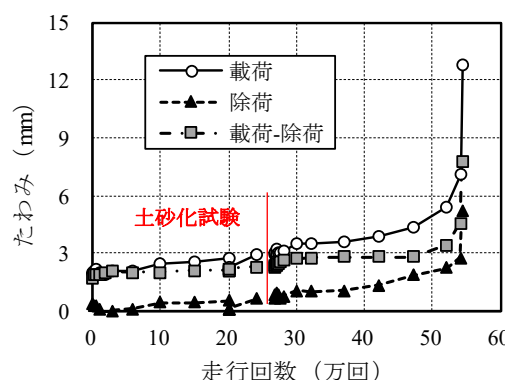
補修として浸透型エポキシ樹脂を塗布し、その後エポキシ樹脂打継用接着剤を塗布して PCM を打設した。図中の補修範囲内の数値は修復厚さを示しており、単純平均で S39 供試体が 59.8mm 厚で S47 供試体が 60.2mm であった。コンクリートと PCM の物性は表-1 の通りである。供試体を使用したコンクリートは細骨材に反応性のものを用いており、コンクリート強度に対してヤング係数が低くなっているのはその影響であると考えている。このことから、土砂化試験における土砂化の発生には ASR による微細ひび割れの影響があったと推察された。なお、PCM の養生期間は 28 日以上を確保している。補修後の試験条件として、試験機は土砂化試験と同じものを採用し、荷重も土砂化試験と同様に S39 供試体では 160kN、S47 供試体では 200kN とした。試験開始当初は乾燥条件で状態変化を観察するものとして S39 供試体は 10,000 回、S47 供試体は 2,000 回走行させ、その後の試験は水張り環境下で実施した。

表-1 使用材料の物性値

材 料	供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
コンクリート	S39	26.8	10.2
	S47	39.5	12.7
ポリマーセメントモルタル		32.6	14.5



(a) S39 供試体



(b) S47 供試体

図-2 たわみの経時変化(土砂化+補修)

3. 試験結果

走行試験によるたわみの経時変化を図-2 に示す。このたわみは事前の土砂化試験の結果に断面修復後のたわみ増加量を加える処理を行い連続したデータとして表している。S39 供試体は水張り走行開始後 380,394 回で押抜きせん断破壊が生じて試験を終了した。一方、S47 供試体では明確な押抜きせん断破壊は確認できなかったが、272,300 回で大きくたわみが増加した。試験終了までの累計の走行回数は S39 供試体が 435,596 回、S47 供試体が 543,720 回である。土砂化試験と補修後の試験の倍率（断面修復後走行回数/土砂化試験での走行回数）は S39 供試体で 8.64、S47 供試体で 1.02 であり、十分な補修効果が確認された。断面修復後の走行回数が土砂化試験よりも多くなり延命された理由として、補修時に使用した浸透性エポキシ樹脂による微細ひび割れの補修効果や、打継用エポキシ樹脂と PCM それぞれの防水効果によるものと考えている。さらに、使用した PCM のヤング係数が小さいことで ASR と荷重作用によるひび割れによってたわみ変形が大きくなっている既存コンクリートとの一体性に効果があったと推察している。

4. まとめ

本研究では、土砂化した供試体を用いて PCM による断面修復補修を実施し、水張り環境下での輪荷重走行試験を実施してその効果を確認した。以下に得られた知見を列挙する。

- 1) 土砂化試験と補修後の試験の倍率（断面修復後走行回数/土砂化試験での走行回数）は S39 供試体で 8.64、S47 供試体で 1.02 であり、十分な補修効果が確認された。
- 2) 補修後の走行回数が大きくなった理由として浸透性エポキシや打ち継ぎ用接着剤、PCM の防水効果の影響と PCM のヤング係数が小さいことによる一体性の向上が推察される。

謝辞 本研究では北陸・道路メンテナンス会議に設置された「道路橋の維持管理における各構成部材の限界状態ならびに AI 技術の活用に関する検討 WG」にご協力いただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 横山広, 梶谷浩, 久保善司, 角間恒: A S R 劣化が道路橋床版の土砂化に及ぼす影響に関する試験報告, 第 33 回日本道路会議, 集中討議セッション, 2019.