ECC で上面増厚した鋼床版の水没下における挙動

鹿島建設株式会社土木設計本部	正会員	○藤代	勝
鹿島建設株式会社技術研究所	フェロー	坂田	昇
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所	正会員	三田村	浩
大阪工業大学	フェロー	松井	緊之

1. はじめに

近年,既設鋼床版の疲労損傷事例が増加しており,対策の1つ 04 として,鋼床版の上面にコンクリート等を増厚して一体化させて 合成床版構造とすることが考えられる.著者らは,その増厚材料 04 として,優れた引張性能を有する高靭性セメント複合材料

(Engineered Cementitious Composite;以下, ECC と略記)を適 用する上面増厚工法を考案した.本工法は合成鋼床版としての補 強効果が期待でき,鋼床版のひずみや応力を低減し,疲労耐久性 の向上が期待できる.

しかし,実橋にこの工法を用いた事例において,鋼床版上の排 水が十分でなく,ECCが完全水没下となる条件下で,ECCが損傷し ブロック化する現象が発生した.そこで,この損傷を模擬するた めの実験および実橋での水圧測定を行うことで,滞水している水 に輪荷重が作用することにより,間隙水圧が発生して損傷に至っ たメカニズムの推定を行った.





2. ECC 上面増厚工法の概要

写真-1 橋面損傷状況

図-1に ECC 上面増厚工法の概要を示す. 走行性に配慮した必要舗装厚さを 40mm 程度と考え, ECC に置換 する厚さを 40mm とした.舗装は加熱塗膜剤を接着層にした機能性 SMA である. ECC と鋼床版のずれ止めには, 薄層でも設置が可能なプレート型ジベル(以下, PL ジベルと略記)をアクリル系樹脂を用いて接着した. PL ジベルの材質は,耐久性を考慮して高強度繊維強化プラスチックとした.鋼床版表面は,防錆の目的で PL ジ ベルを設置しない部分に対して,ポリウレア樹脂による防水層を設けた.

3. 損傷の状況

実橋に ECC 上面増厚工法を用いて施工を行ったところ,供用後,舗装の表面に写真-1に示されるような, ECC のモルタル分と思われる湧出跡が確認された.損傷箇所は,走行車線の左側車輪位置で橋軸方向に多く発 生していた.また損傷内部は,天候が良好で橋面が乾いているにも関わらず,内部に滞水が確認された.これ は,道路横断勾配が 2.0%であり,橋面に設置されている排水桝の高さおよび排水桝から走行車線の左側車輪 位置の横断距離(約1.5m)を考慮すると,車輪位置の ECC は完全に水没することに起因する.

4. 損傷のメカニズム

(1)現象を模擬した実験

著者らはこれまでに様々な検討を実施し、一般的な環境下における本工法の疲労耐久性を確認しているが、 RC 床版の疲労耐久性は水の影響により大きく低下することが知られている.そこで、ECC で上面増厚した鋼床 版において、写真-2に示す輪荷重走行試験機を用いて実物大の実験を行った.実験は完全水没の影響を考慮 して、載荷版に拘束された ECC と鋼床版内部の水に圧力が生じる状態を想定して疲労耐久性に及ぼす水の影響

キーワード 合成床版,高靱性セメント複合材料,水圧

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設株式会社土木設計本部 TEL 03-6229-6654

について検討した.その結果,荷重が大きく,かつ完全水 没下の環境となることで,鋼床版のたわみおよび鋼床版の 応力のいずれも急速に増加した.また,荷重載荷位置近傍 からのひび割れから水の噴出しも確認され,主桁支間中央 付近の ECC が割れている状態が確認された.また輪荷重の 移動時に発生する間隙水圧を動的計測するため,鋼床版下 面から孔を開けて ECC と鋼床版(防水層)の間の間隙水圧 を計測した.その結果,図-2に示すように中央部におい て最大 1.2MPa もの水圧が計測された. ECC はこの間隙水 圧により,ひび割れ内での水圧作用と, ECC と鋼床版の間 の水圧作用により破壊されたことが考えられる.

(2) 実橋における水圧測定

実橋において ECC に不具合が起こっている走行車線の 左側車輪位置において動的水圧測定を実施した.測定の結 果を図-3に示す.水圧測定時の値は,橋面にダンプトラ ック(前1軸,後2軸)が通過した時のデータである.波 形の山の間隔(約0.27sec)と,車軸間隔(1-2軸間,約 3.5m)よりダンプトラックの速度は約50km/h程度である. なお,荷重は一般車であるため詳細は不明である.測定さ れた水圧は,最大で0.8MPaであった.実験で測定された 水圧よりは小さいものの,実験と同じように実橋において も瞬間的に大きな水圧が発生していることが確認された.

(3)破壊メカニズムの推定

ひび割れ内での水圧作用はひび割れを進展させ,輪荷重 走行試験の結果,ひび割れが水平方向にも進展しているこ とをコア供試体により確認した.これは,荷重が繰返し作 用すると,疲労強度に関係なく水圧により低サイクルで破 壊する可能性があるためと考えられる.また,ECCと鋼床 版の間では,移動する輪荷重載荷位置とPLジベルによる 複雑な境界条件により,図-4のような損傷が進むことが 考えられる.ECCのひび割れが進展した後は移動する輪荷 重の作用により水没下のECCが摺磨きを受け,ブロック化 すると考えられる.実橋では車輪の通過する位置が一定で なく,かつタイヤの種類や幅も異なるため,試験よりもさ らに複雑な水圧の発生状況になることが考えられる.

5. まとめ

鋼床版上面から ECC 上面までを完全に水没させ,荷重の 作用範囲近傍を密閉させた状態では,高い間隙水圧が発生 し, ECC に損傷を生じることが実験において確認された. 損傷を回避するには,発生する間隙水圧を小さくするため に,排水処理を十分に行うかまたは ECC と鋼床版の間に水 が入らない構造とすることが特に重要と考えられる.



写真-2 輪荷重走行試験状況



図-4 ECC と鋼床版の間隙水圧イメージ 参考文献

・三田村浩,他:高靱性セメント複合材料で 上面増厚した鋼床版の輪荷重走行実験:土木 学会年次学術講演会,Vol.60,pp.157-158, 2005.