

## 輪荷重走行試験による SFRC 補強の破壊形態の検討

首都高速道路技術センター 正会員 ○葉山 瑞樹 平山 繁幸  
首都高速道路 正会員 木ノ本 剛

**1. はじめに**：鋼床版デッキ貫通き裂に対する恒久対策として、デッキプレート（以下、デッキ）上面に鋼繊維補強コンクリートを施工する工法（以下、SFRC 補強）が行われている。デッキ貫通き裂に対する SFRC 補強の効果は輪荷重走行試験<sup>1)</sup>で確認されているが、破壊形態については十分に検証されているとは言い難い。本稿では、SFRC の長期耐久性を把握するとともに、劣化進行に伴う SFRC の破壊形態を把握することで維持管理での着目点を明確にすることを目的に実施した輪荷重走行試験の結果について報告する。

**2. 輪荷重試験方法**：輪荷重走行試験で使用した試験体を図-1 に示す。試験体は、長さが 5200mm で U リブ 3 本を有している。デッキ厚は 12mm, U リブ厚は 8mm である。SFRC は、デッキ上面にエポキシ系の接着剤を塗布した後に施工した。版厚は 50mm である。コンクリートの配合は、首都高速道路の仕様に従っている。試験開始時のコンクリート圧縮強度は  $51.7\text{N/mm}^2$  であった。

輪荷重走行試験では、主桁下フランジ全面をボルトで固定し、輪荷重が中央の U リブのウェブを跨ぐように載荷した。輪荷重の走行範囲は 3,000mm である。試験は、道路橋示方書の床版の章に記載されている方法と同様、初期荷重を 156.8kN として、392kN まで 4 万回走行するごとに荷重を 19.6kN 上げる階段載荷とした。試験開始前および荷重増加前に SFRC 表面のひび割れ調査と静的載荷試験を行った。コンクリートは水張り状態で繰返し載荷を受けると疲労耐久性が低下することが知られているため、試験は SFRC 表面から 10mm の高さまで水を張った。試験状況を図-2 に示す。

**3. 試験結果**：試験終了時のひび割れ状況を図-3 に示す。開始から 4 万回走行終了時のひび割れ調査で、中間横リブ（F 断面）上に幅 0.03mm の橋軸直角方向のひび割れが確認された。中間横リブ上の SFRC 表面には常時引張応力が生じるため、最初にひび割れが発生したと考えられる。走行回数 28 万回までは中間横リブ上のひび割れが進展したものの、ひび割れ幅の増大等の顕著な変化は現れなかった。30 万回走行終了時に試験機のリミッターが作動し、試験機が停止したため、載荷ブロック等を撤去したところ、中間横リブ付近を中心として D 断面から G 断面の範囲で SFRC が破壊しているのが確認された（図-4）。破壊した部分の最大深さは 20mm、近傍でのひび割れ幅は 0.3mm であった。

荷重変更時に実施した静的載荷試験で得られた D 断面、F 断面および G 断面の SFRC 表面でのひずみと走行回数の関係を図-5 に示す。F 断面のひずみは 4 万回走行時から変化し始めているが、SFRC 内部での劣化（付着切れ等）

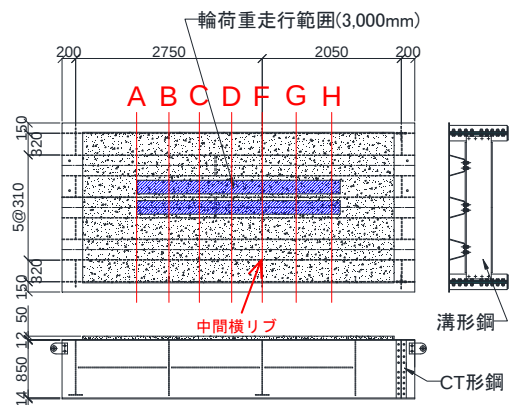


図-1 試験体の形状

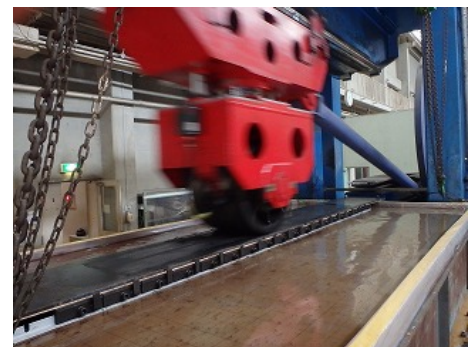


図-2 試験の状況

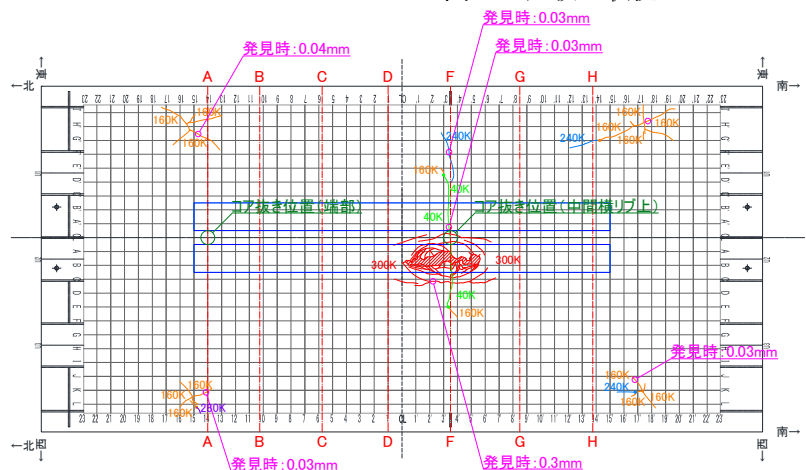


図-3 試験終了時のひび割れ状況

キーワード：鋼床版，SFRC 補強，長期耐久性

連絡先：(一財)首都高速道路技術センター 〒105-0001 港区虎ノ門 3-10-11 TEL:03-3578-5765 FAX:03-3578-5761

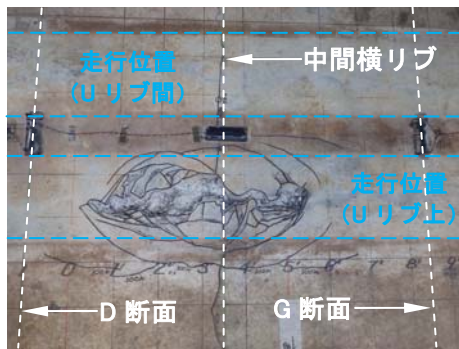


図-4 SFRCの破壊状況

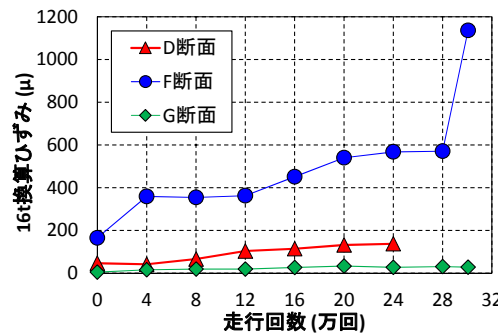


図-5 SFRC 表面のひずみと走行回数の関係

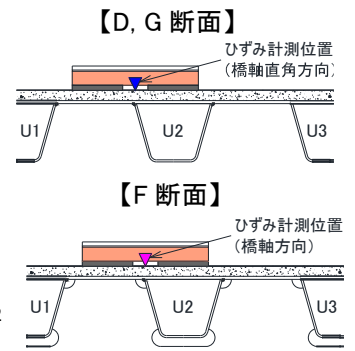


図-6 付着強度の分布

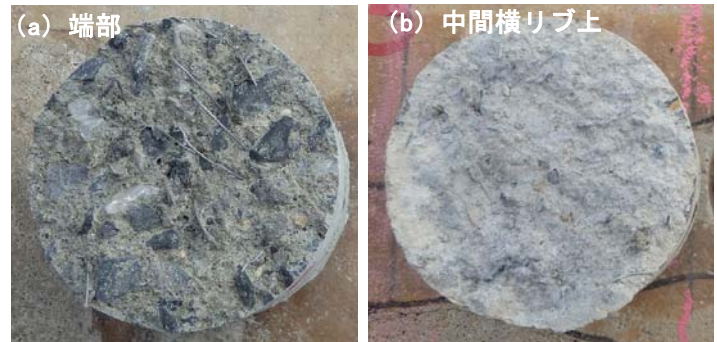


図-7 コアの破断面

がどのように進行しているかは、ひずみの変化から把握することはできなかった。

試験終了後、荷重中心位置の SFRC の付着強度の試験を橋軸方向に沿って行った。試験で得られた荷重中心位置における付着強度の分布を図-6 に示す。SFRC が破壊していた D 断面から G 断面の範囲では、付着強度はほぼゼロとなっている。

付着強度試験で得られたコアの破断面を図-7 に示す。図-7(a)は輪荷重走行範囲の端部、図-7(b)は中間横リブ上で得られたものである(試験箇所は図-3 中に表示)。端部では高い付着強度であったため、SFRC 母材側で破断している。一方、付着強度の低い中間横リブ上では、破断面が平坦で表面にはレイタンスが付着している。これは、SFRC と接着剤の境界付近でひび割れが発生し、付着が切れた後、輪荷重の走行に伴い破断面がこすれたために生じたと考えられる。

付着強度試験が終了した後にコンクリートカッターで切断し、断面を観察した。破壊箇所の断面を図-8 に示す。図-8(a)の中間横リブ上ではデッキと SFRC の境界部で層状のひび割れが発生しているのが確認できる。また、図-8(b)に示すように、他の断面でも接着剤よりも少し SFRC 母材側で水平方向にひび割れが発生しているのが確認できる。この位置は、未硬化の接着剤の上に SFRC を施工することによってコンクリートと接着剤が混ざり合う混合層と考えられ、通常の SFRC 母材よりも強度は低い可能性がある。他機関で行った付着強度試験<sup>2)</sup>においても今回の実験と同様、接着層の少し上の SFRC 母材部で破壊していた。SFRC 表面での破壊状況および断面観察の結果から、SFRC と接着層の境界部近傍で発生したせん断ひび割れが起点となってひび割れが進行し、最終的には SFRC 表面での応力が増加したことによって圧壊に至ったと推察できる。

**4. まとめ**：試験体の破壊状況および各種試験データの結果から、SFRC の破壊過程について推察した。しかし、SFRC 破壊時の荷重 30t は実交通環境下では現実的な荷重とは言い難く、劣化進行に伴う SFRC の破壊形態を今回の輪荷重試験で把握するまでには至らなかった。

**参考文献**：1)小野ら：既設鋼床版の疲労性状と鋼繊維補強コンクリート敷設工法による疲労強度改善効果に関する研究，土木学会論文集 A，Vol.65No.2，pp.355-347，2009.，2)佐藤ら：鋼床版実大試験体上面に敷設した SFRC 舗装接合面の引張強度の経年変化に関する調査，第 9 回道路橋床版シンポジウム論文報告集，2016.

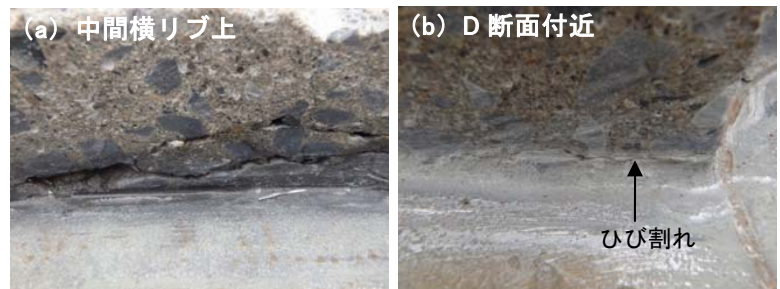


図-8 デッキと SFRC の境界部でのひび割れ状況