

国道357号荒川河口橋補修工事の報告 ～重交通路線における鋼床版疲労対策として SFRC舗装の適用～

見山 宗士郎¹・石崎 睦

¹関東地方整備局 東京国道事務所 管理第二課（〒102-8340 東京都千代田区九段南1-2-1）

東京国道事務所が管轄する国道357号の多くの橋梁で、重交通と鋼床版の厚さを主要因とする疲労亀裂が確認された。平成25年当時、鋼床版の疲労亀裂に有効な補修方法が確立されていなかったため、有識者による検討委員会を設立し、委員会においてSFRC舗装への打ち換え等の補修方針が提案された。この提案に基づき平成25年度より国道357号の荒川河口橋において亀裂補修とSFRC舗装への打ち換え工に着手し、令和7年度に全線で完了した。当初、本橋は交通量が多いことから夜間施工を基本とし、日々復旧を行うことが施工要件上、必要不可欠であるため長期間を要していたが、一部昼夜間連続施工を行うことで、工事の効率化も図られた。

キーワード 鋼床版、疲労亀裂、SFRC、重交通

1. はじめに

東京国道事務所では、東京 23 区内の橋梁 162 橋を管理しており、このうち約 5 割（約 82 橋）の橋梁が定期点検においてⅢ判定とされている。これら要対策橋梁に対して、優先順位を決定し、補修・補強を行い、Ⅲ判定の構造物を減らすことが重要な課題となっている。

国道 357 号は、東京国道事務所が管理する国道のなかでも特に多くの交通量と高い大型車混入率を記録する路線であり、令和 3 年の道路交通センサスでは、日交通量約 35,000 台、大型車混入率約 45%を示している（荒川河口橋付近）。この影響により、国道 357 号における橋梁の鋼床版部に多くの疲労損傷が確認され、これらの補修・補強が急務となった。

国道 357 号の荒川の河口部に位置する、荒川河口橋は

平成 7 年に供用が開始された、全長 840 m、片側 3 車線で、鋼床版桁橋の橋梁である。図-1 に荒川河口橋の位置と鳥瞰図を示し、写真-1 に外観の写真を示す。図-1 に示す通り、上りと下りでそれぞれ荒川河口橋（山側）、荒川河口橋（海側）と呼んでいる。荒川河口橋では平成 17 年の定期点検（第 1 回目）において多くの塗膜割れが確認され、以来深刻な亀裂に対しては適宜補修を行ってきたが、その後の定期点検においてさらに多くの塗膜割れが確認され、抜本的な疲労亀裂への対策が必要となった。確認当時、鋼床版桁筋に対する確立された補修・補強方法が無かったことから、有識者による検討委員会を設立し、最適な補修方法の検討を行った。

本論文では、国道 357 号における鋼床版の構造を有する橋梁で疲労亀裂が確認され、この亀裂に対する補修方

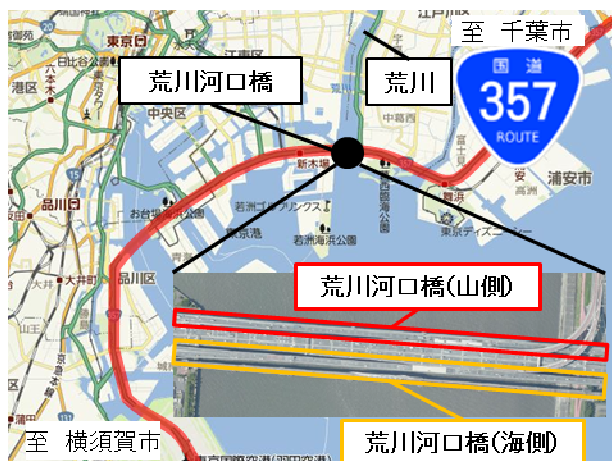


図-1 荒川河口橋の位置と鳥瞰図¹⁾



写真-1 荒川河口橋の外観（山側から撮影）

針を決定するため、委員会を設立し補修方法を決定するまでの過程と、その事例として国道 357 号に位置する荒川河口橋の補修工事について報告する。

2. 国道 357 号の鋼床版を有する橋梁の疲労損傷と補修方法の決定

2-1 国道 357 号の状況と課題

管内の国道 357 号には鋼床版を有する橋梁は 10 橋ある。平成 28 年において、鋼床版を有する橋梁 10 橋のうち、9 橋で鋼床版の疲労亀裂が確認された。写真-2 に疲労亀裂の損傷状況について示す。損傷が著しいものでは亀裂から漏水も確認され、これらの疲労亀裂に対して補修を行う必要があった。この疲労亀裂の原因としては、国道 357 号は令和 3 年の道路交通センサスで、日交通量約 35,000 台、大型車混入率約 45%を示す（荒川河口橋付近）いわゆる重交通路線であることが推察された。

さらに鋼床版の厚さについても、荒川河口橋架設当時の道路橋示方書の基準では、鋼床版の厚さは 12 mm とされていたが、平成 24 年以降の道路橋示方書では、疲労耐久性の向上のため、鋼床版の厚さの基準が 16 mm に引き上げられた。国道 357 号の重交通量を支えるためには、12 mm の鋼床版では剛性が不足し、疲労亀裂が発生したものと推察された。

このことから、補修検討にあたっては、鋼床版の疲労亀裂を補修だけではなく、鋼床版そのものの補強を行う必要が生じたが、当時は同様の施工事例が少なく適切な補修方法が不明であったため、国道 357 号の鋼床版を有する橋梁について、補修・補強方法を決定するために、検討委員会を設立し、検討を行ったものである。

2-2 国道 357 号鋼床版疲労対策検討委員会²⁾

国道 357 号の鋼床版の疲労損傷に対する対策を検討するため、検討課題を 3 項目設け、大学教授、国土技術政策総合研究所、土木研究所、関東地方整備局、関東技術事務所、東京国道事務所により構成した国道 357 号鋼床版疲労対策検討委員会（委員長：法政大学 森猛教授）を設立し、平成 26 年から平成 28 年まで 4 回開催した。

- ① 効果的かつ効率的な補修対策工法の検討・検証
- ② 橋梁の補修優先順位の検討
- ③ 補修後のモニタリング等を含めた総合的な維持管理計画の策定

委員会においては、疲労亀裂の分類、補修内容、SFRC 舗装の適用、対策優先順位などを決定した。本論文では SFRC 舗装について次項で説明する。その他の内容については参考資料²⁾を確認されたい。

2-3 SFRC 舗装

委員会における議論の結果、解決策の一つとして、鋼床版上の舗装を SFRC 舗装に打ち換えることが提案された。

SFRC（Steel Fiber Reinforced Concrete）とは、鋼繊維を練混ぜたコンクリートであり、通常のコンクリートよりも剛性が大きいコンクリートである。図-2 に示すように、舗装を SFRC 舗装に打ち換え、鋼床版と合成床版とすることにより、輪荷重による鋼床版の局部変形を抑制し、溶接部の疲労応力を低減することが期待された。

また、走行性や維持管理の容易性を確保するため、表面はアスファルト舗装にする方針に決定した。これにより舗装厚が増え、現状よりも橋梁の死荷重が増加するこ

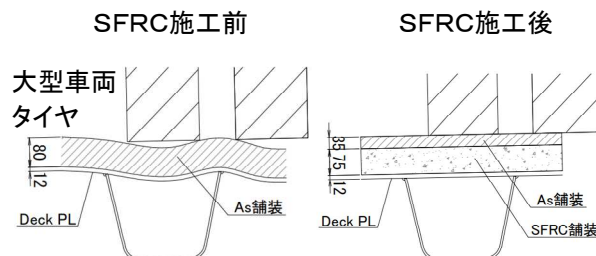


2- (1) デッキプレートの疲労亀裂



2- (2) U リブの疲労亀裂と漏水の状況

写真-2 鋼床版の疲労亀裂



輪荷重によるデッキプレートの局部変形
→疲労亀裂が発生

輪荷重によるデッキプレートの変形抑制
→疲労亀裂の抑制

図-2 SFRC舗装の効果の模式図

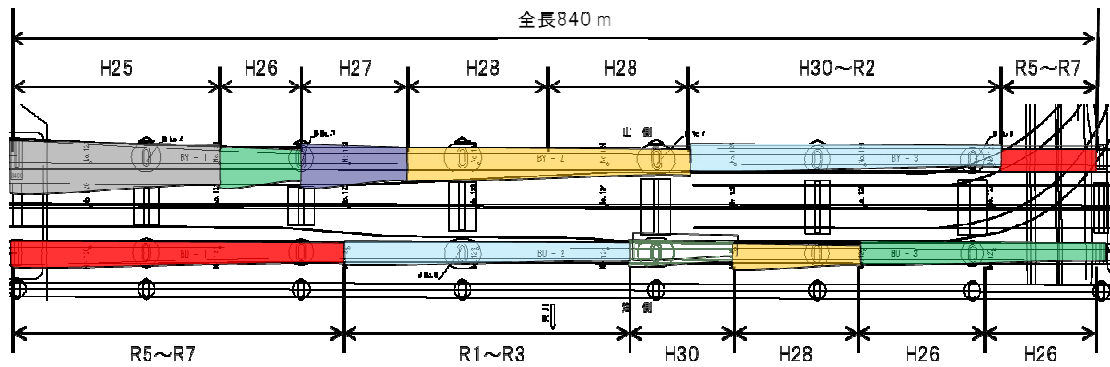


図-3 荒川河口橋における工事の期間

とが懸念されたが、この影響を最小限に抑えるために、SFRC 舗装とアスファルト舗装はそれぞれ所定の性能を確保できる最小厚とし、土木研究所のマニュアル案³⁾を参考に SFRC 舗装を 75 mm、アスファルト舗装を 35 mm を採用した。しかし、実際に荒川河口橋上で、本舗装の厚みで有効であるかは不明であるため、施工を行った箇所に対し、検討委員会の中で施工を行う前後でひずみがどのように変化するか試験し、このデータを基に FEM 解析を行い、応力集中の変化について検証を行った。試験の結果、SFRC 舗装への打ち換えを行うことで、ひずみが約 7 割程度減少することが確認され、FEM 解析の結果から、応力集中の程度も大幅に軽減されることも確認され、舗装構成を確定させた。

3. 荒川河口橋補修工事

3-1 荒川河口橋補修工事の工事内容

荒川河口橋の補修工事は平成 25 年から補修工事に着手し、主な工事の内容は、SFRC 舗装への打ち換え工、鋼床版の亀裂補修工である。亀裂補修工は主に当て板補修工を行い、SFRC 舗装への打ち換え工は図-3 に示す区画で行い、令和 7 年度に全線で完了した。その他、伸縮装置の補修や支承の補修などの、定期点検により損傷が報告された箇所についても補修を行った。

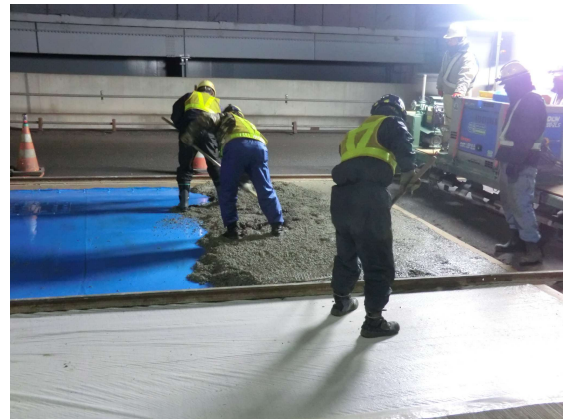
SFRC 舗装への打ち換え工の施工手順を下記に示す。また、写真-3 に施工状況の一部を示す。

- ① 防水シートの撤去
- ② き裂調査
- ③ 当て板設置
- ④ 防水シートの撤去
- ⑤ 鋼床版研掃
- ⑥ SFRC 打設
- ⑦ アスファルト舗装

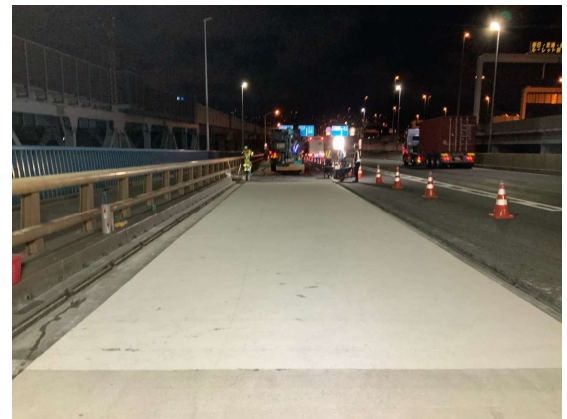
SFRC 舗装の打ち換えの工事は、日中に交通規制を行うことが困難であることから、夜間施工を基本として行った。また、日中は交通を開放する必要があるため、①～⑦の行程を 1 日に行うことが困難であることから、作業ごとに仮復旧を行う必要があった。このため、一定のエリア内で①～⑦のサイクルを行うためには、最短でも



3- (1) 当て板設置後の鋼床版



3- (2) SFRC 打設



3- (3) 打設後の SFRC 舗装

写真-3 施工状況

5 日間の確保が必要となり、日当たり施工量に直すと約 15 m しか進まず、施工日数の増に伴い資材も多く要することとなった。

以上より、補修工事として橋梁の補修・補強は十分に対応することができたが、施工には長期間を要することとなった。

3-2 昼夜間連続施工

SFRC 舗装への打ち換え工事において、多くの時間を要するといった課題解決のため、規制日数を減らすことによる交通への影響軽減といった観点から、約 24 時間連続施工を行うことで、仮復旧などの手間をなくすことを関係機関と協議のうえ、試行として行った。

交通管理者との協議を重ねていく中で、交通量が少ない日曜午前から月曜午前にかけて、荒川河口橋の 3 車線のうち 1 車線を通行止めすることにより、工事を行うことが可能となった。工事を行う前には、X (旧 Twitter) や看板等を用いて、利用者に対する周知を行ったうえで、令和 7 年 11 月 16 日に昼夜間の連続施工を行った。これにより、SFRC 舗装への打ち換えの行程のうち④～⑥の施工を連続で行うことが可能となった。この 1 日昼夜間連続施工を行うことにより、舗装の仮復旧の省略等により日当たり施工量が約 75 m へ増大し、工事の費用として約 1,000 万円のコスト削減となり、工事の効率化として重要な役割を果たすことが確認された。なお、1 車線通行止めによる渋滞等の交通への影響は生じておらず、問題なく工事を行うことが出来た。

本工事では重交通路線における昼夜間の連続規制が初の試みであったことから、交通管理者との協議等に時間を要し、一部区間でのみ連続規制を行うことが出来なかったが、本工事の実績を踏まえ、今後同様の工事で当初より連続規制を適用し、工事の効率化を行うことが可能であることが確認できた。

4. 結論

本論文では、国道 357 号の鋼床版の疲労亀裂に対する補修方法として SFRC 舗装の適用に至るまでの流れと、荒川河口橋における亀裂補修工と SFRC 舗装を行った事例について説明した。下記に本論文の結論を示す。

- 1) 国道 357 号の多くの橋梁で、重交通と鋼床版の厚さを主要因とする、鋼床版の疲労亀裂が確認された。この対策を検討するにあたり有識者による検討委員会を設立し、SFRC 舗装への打ち換え等の対策方針が提案された。
- 2) 荒川河口橋について、鋼床版の亀裂補修工と SFRC 舗装への打ち換えの工事を平成 25 年度から行い、令和 7 年度で舗装の打ち換えの工事が完了した。工事完了まで約 13 年要し、長期間必要な工事となった。
- 3) 昼夜間の連続施工を行うことにより工期やコストの削減が可能であることが確認された。今後同様の重交通部の多車線工事において、当初より連続規制を適用することで工事の効率化が期待される。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、荒川河口橋補修工事に携わりました皆様に感謝の意を示します。

参考文献

- 1) 国土地理院：地理院地図
- 2) 国道 357 号鋼床版疲労対策検討委員会：国道 357 号鋼床版疲労対策方針、平成 28 年 3 月
- 3) 独立行政法人土木研究所：鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究（その 2・3・4）報告書—SFRC 舗装による既設鋼床版の補強に関する設計・施工マニュアル（案）一、平成 21 年 10 月