

北九州高速 4 号線富野高架橋の RC 床版補修について

RC floor slab rehabilitation of Tomino Overpass Bridge in Kitakyusyu Highway Route 4

赤澤 英明*, 奥野 時雄**, 戸来 義公***

Hideaki AKAZAWA, Tokio OKUNO, Yoshitomo HERAI

- *福岡北九州高速道路公社 北九州事務所 保全課 (〒802-0072 北九州市小倉北区東篠崎 3-1-1)
**福岡北九州高速道路公社 北九州事務所 (〒802-0072 北九州市小倉北区東篠崎 3-1-1)
***福岡北九州高速道路公社 北九州事務所 保全改築課 (〒802-0072 北九州市小倉北区東篠崎 3-1-1)

A Tomino overpass bridge (25 spans, approximate bridge length: 500m) is a route of comparatively heavy traffic with density of about 20,000 vehicles per day (its mixture rate of a large-sized vehicle is 12%). This bridge was constructed by Japan Highway Corporation and opened in 1973. The operation is transferred to Fukuoka-Kitakyusyu, Road Corporation in 1991, and it is 33 years pass from the opening.

Renewal project for Kitakyusyu Highway Route 4 started from 2003 and contents of repair for this bridge include safety improvement of the structure, earthquake proofing measures for the superstructure, exchange of the decrepit wall rail and the old noise insulation wall, repair of the RC floor slab, placing of waterproofing layer on the slab and thickening of the pavement. Healthiness of the RC floor slab that was important for a bridge was investigated thoroughly and its repair and reinforcement method of the RC floor slab were decided from the result.

Concrete materials that would be used for repair were examined actually in a defected part of the existing bridge and were decided to use from the result of examination.

This paper is interim report that explains 80% execution progress of the slab rehabilitation in both traffic lanes.

Key Words : RC floor slab, healthiness of the RC floor slab, materials for concrete repair
キーワード : RC 床版, RC 床版の補修, 補修用コンクリート材料

1. はじめに

北九州高速は路線延長 49.5km であり, 4 号線は, 北九州市門司区春日から八幡西区金剛まで東西に走行する延長 31.8km の路線である。4 号線は, 旧日本道路公団によって建設された。富野高架橋は, 昭和 48 年に供用開始し, 平成 3 年に福岡北九州高速道路公社に移管され, 供用開始から 33 年が経過している橋梁である。

富野高架橋 (25 径間, 橋長約 500m) は, 4 号線の春日 IC から約 10km, 足立山の山麓に位置し, 閑静な住宅地に沿った高架橋である。一日当り約 2 万台と比較的交通量の多い橋梁である。

舗装のポットホール等の発生で周辺住民や利用者から走行性悪化の苦情通報があり, 幾度となく緊急的な RC 床版の補修を繰り返してきた。

平成 15 年度から北九州都市高速 4 号線大規模補修事業がスタートした。この事業は, 構造物の安全性の向上対策, 上部工耐震対策, 老朽化した壁高欄・遮音壁の取替え, RC 床版の補修, 床版の防水層の施工, 排水性舗装の施工等を行う事業である。本橋の改築も, この事業の一連である。

工事に当っては, RC 床版の健全度を調査し, その結果から RC 床版の補修・補強工法を決定することにした。また, 補修に用いるコンクリート材料は,

実橋の施工条件の悪い箇所試験施工を行い, その結果から選定した。なお, 施工に際し閑静な住宅地であることから地域住民の生活環境的な負荷 (特に騒音対策) を低減するための施工方法を採用した。

現在の施工進捗状況は, 上下線の走行車線が 80% 程度であり, その中間報告である。写真-1 に, 走行車線の舗装剥がし後の状況を示す。

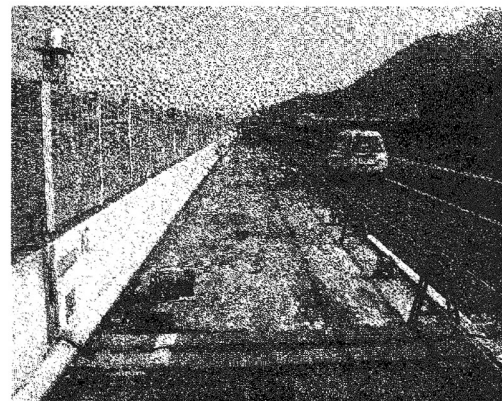


写真-1 舗装剥がし後の状況

2. RC 床版の調査

まず, 上下線の走行車線の固定規制を行い, 舗装

を剥がし、RC床版の健全度調査を行った。調査のフローを図-1に示す。

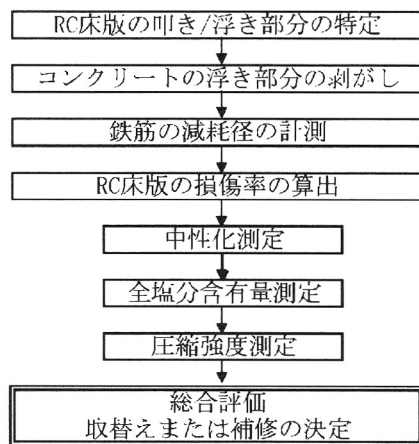


図-1 RC床版調査フロー

2.1 RC床版の損傷部

RC床版上面の叩き調査（一部分は電磁波レーダによる探傷も併用）の結果、当初の損傷比率予測は50%であったが上下線の走行車線（追越車線は未調査）の損傷比率は約25%であった。また、以前に補修した箇所の約80%は損傷しており、緊急補修における施工の困難さを実感した。前述の電磁波レーダ（福北公社、山口大学 電気電子工学 田中教授、三菱重工工事との共同開発）による非破壊探傷検査はRC床版内部の損傷を検査する方法である。装置の実証試験のため一部分の検査を実施したが、その検査結果ではRC床版内部に損傷が確認されなかった。表-1は、先行して調査した走行車線（上下線）のRC床版の損傷比率を示す。

表-1 走行車線(上下線)のRC床版損傷比率

| | 調査面積 (m ²) | 損傷面積 (m ²) | 損傷比率 (%) |
|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| 上り線(走行車線) | 2024.5 | 501.9 | 24.8 |
| 下り線(走行車線) | 2024.5 | 498.7 | 24.6 |
| 合計 | 4048.9 | 1000.6 | 24.7 |

2.2 鉄筋腐食度調査

RC床版の叩き調査の結果、浮き中央部の鉄筋を掘出し腐食状況と鉄筋の減耗径を計測した。その結果、減耗した主鉄筋は損傷



写真-2 鉄筋調査の状況

部50m²当たり1本の割合でごく一部分であり、床版の補修で健全な床版に修復できると判断した。写真-2は、鉄筋調査の状況を、表-2は、鉄筋調査結果を示す。

表-2 鉄筋調査結果表

| | | | 減耗比(減耗直径/当初直径) | | | 合計 |
|-----|------|------|----------------|-------------|-------------|-----|
| | | | D<0.65 | 0.65≤D<0.85 | 0.85≤D≤1.00 | |
| 上り線 | 走行車線 | 本数 | 11 | 102 | 147 | 260 |
| 下り線 | 走行車線 | 本数 | 11 | 121 | 173 | 305 |
| 合計 | 走行車線 | 本数 | 22 | 223 | 320 | 565 |
| | | 比率 % | 3.9 | 39.5 | 56.6 | |

尚、床版応力度は許容応力度内である。

2.3 コンクリートの物性調査

コンクリートの物性調査は、中性化深さ測定試験、全塩分含有量測定試験および圧縮強度試験を実施し、防水層施工等の対応でRC床版を取替えることなく補修により健全なRC床版とすることに決定した。

3. RC床版の補修要領

3.1 補修要領

RC床版の補修ははつりを伴うため、そのはつり作業は有害なマイクロクラックも生じないウオータージェット工法とした。その施工要領は図-2に示す。写真-3は、ウオータージェットの施工後の状況を示す。

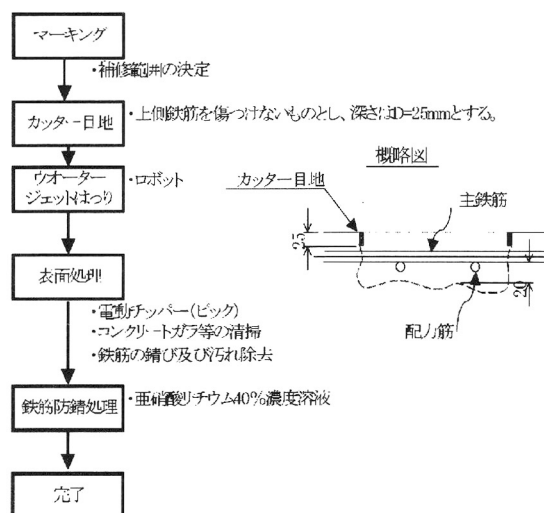


図-2 RC床版のはつり要領

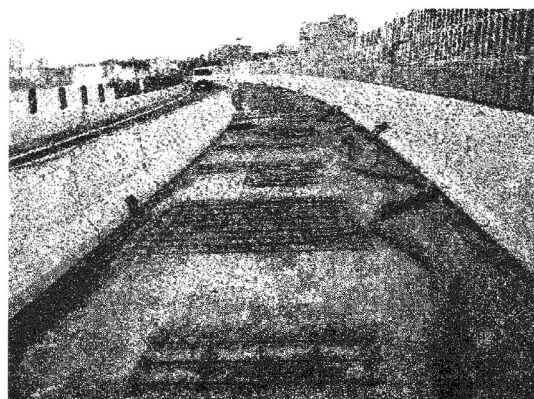


写真-3 ウオータージェット施工後の状況

3.2 騒音防止対策

本橋の架橋地点は、閑静な住宅地であるため民地境界での騒音レベルを 85db 以下にすることを目標とした。また、音を発生する作業の作業時間帯は、8時から17時に制限した。

1) RC 床版上面のはつり

RC 床版上面は、ウォータージェットによりはつりを行うことに決定したが、通常のウォータージェットによる施工では問題となる騒音レベルであることが判明した。

そこで、この消音型のウォータージェットロボット（写真-4）の試験施工より表-3に示す騒音レベルであることから消音型のウォータージェットロボットの採用を決定した。

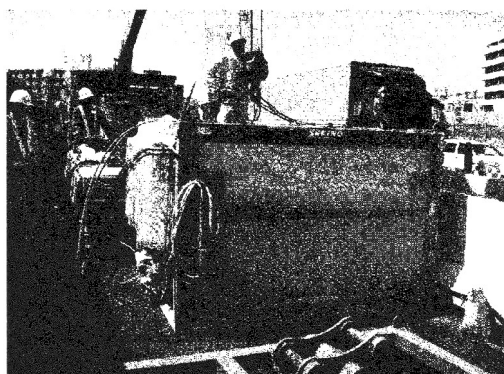


写真-4 消音型ウォータージェットロボット

2) 壁高欄の撤去

当初壁高欄の撤去は、コンクリートクラッシャーによる工法を想定していた。この工法は振動・騒音対策としては有効な工法であるが、他工区において、

粉塵が舞い、高架橋に近接している住民から苦情が寄せられたため、垂直切断をコアドリル、水平切断をレベルソーの組合せの工法を採用した。

表-3 騒音レベル試験施工結果 単位:db

| | 測定位置 (m) | ウォータージェット(消音型ロボット) | | ハンドブレーカー | | 走行車両 | |
|--------|-------------|--------------------|-----|----------|-----|------|-----|
| | | 高架上 | 高架下 | 高架上 | 高架下 | 高架上 | 高架下 |
| 橋軸方向 | 0.0 | — | 67 | 108 | 88 | 75 | 70 |
| | 1.0 | 97 | — | 105 | — | | |
| | 2.0 | — | 68 | — | — | | |
| | 3.0 | 93 | — | 100 | — | | |
| | 5.0 | 89 | 70 | 95 | 85 | | |
| | 10.0 | 80 | 68 | 83 | 83 | | |
| | 15.0 | 77 | 65 | 78 | 83 | | |
| 20.0 | — | — | 77 | 75 | | | |
| 橋軸直角方向 | 1.0 | 96 | — | 98 | — | | |
| | 2.0 | 93 | 70 | 95 | 87 | | |
| | 3.0 | 88 | — | 90 | — | | |
| | 5.0 | — | 69 | — | 86 | | |
| | 10.0 | — | 67 | — | 85 | | |
| | 15.0 | — | 63 | — | — | | |

3) 伸縮装置の撤去

当初、鋼製伸縮装置の撤去は、コンクリートの手ばつりとワイヤーソーの併用を想定していたが、騒音レベルが高いことから消音型のウォータージェットロボットとワイヤーソーの併用とした。

4. RC床版補修用コンクリート材料の決定

RC 床版補修用コンクリートとして 4 種類候補として選定し、実橋を使用して実際に不具合部に打設し、既設コンクリートとの純付着強度、引張り割裂強度、コンクリートのワーカビリティを評価し、使用する RC 床版補修用コンクリートを選定した。図-3に試験施工の強度確認試験要領を示し、表-4に使用した RC 床版補修用コンクリートの種類と配合を示す。

表-4 床版補修コンクリートの種類と配合

| NO | 種類 | 目標軟度 | S/a (%) | W/C (%) | 単位量 (kg/m ³) | | | | |
|----|-----|--------------------|---------|---------|--------------------------|--------------------------------|-------|-----|-------|
| | | | | | 水 | セメント | 粗骨材 | 細骨材 | 混和剤 |
| 1 | 普通 | Gmax:20 8±2.5cm | 44.5 | 46.0 | 166 | 361 | 1,010 | 777 | 0.25% |
| 2 | 早強 | (スラング) | 43.1 | 43.0 | 171 | 398 | 1,010 | 733 | 0.25% |
| 3 | 無収縮 | Gmax:10 600±50 | 62.3 | 45.0 | 217 | 無収縮モルタル: 1,450kg 粗骨材: 580kg | | | |
| 4 | 超速硬 | (スラング フロー) | 62.3 | 44.0 | 219 | 超速硬無収縮モルタル: 1,490kg 粗骨材: 596kg | | | |

表-5 床版補修コンクリートの評価方法

| 分類 | 試験項目 | 目標物性 (案) | | 試験方法 |
|----------------|---------------------------|-------------------------|---------|-----------------|
| フレッシュコンクリートの性状 | スラングフロー値 | 550 ~ 650 (mm) | | JIS A 1150-2001 |
| | 塩分測定 | 0.3kg/m ³ 以下 | | JASS5 T-502 |
| 硬化コンクリートの性状 | 圧縮強度 (N/mm ²) | 材齢 3 日 | 25.0 以上 | JIS A 1108-1999 |
| | | 材齢 7 日 | 30.0 以上 | JIS A 1132-1999 |
| | 付着強度(N/mm ²) | 材齢 7 日 | — | JSCE K 561-2003 |
| | 引張強度(N/mm ²) | 材齢 7 日 | — | JIS A 1113-1999 |
| ワーカビリティ | 施工性確認 | | | |

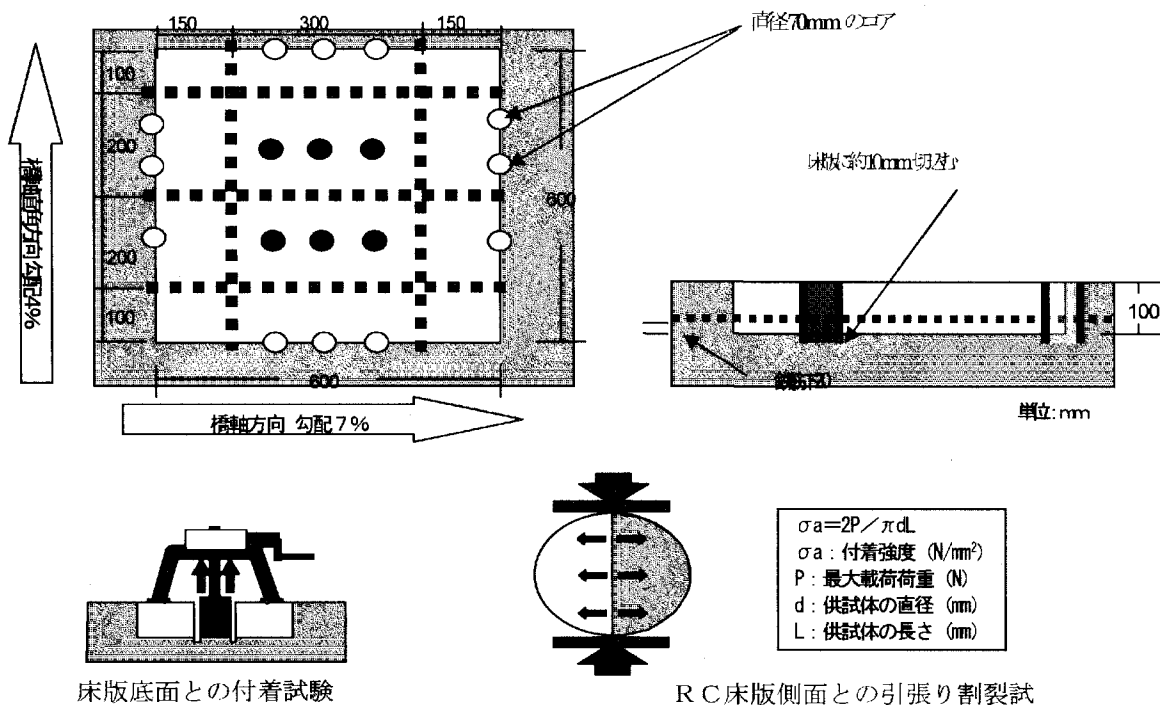


図-3 試験施工の強度確認試験要領

表-6 床版補修コンクリートの性状試験結果 (強度単位: N/mm²)

| NO | 種類 | コンクリート 軟度 | 圧縮強度 | | 付着 | 引張 | ワーカビリティ 仕上げ性 |
|----|--------------|------------------|------|------|------|------|-----------------|
| | | | 7日 | 28日 | | | |
| 1 | 普通コンクリート | スランプ 8cm | 28.1 | 40.9 | 0.66 | 1.30 | 念入りのバイブレーターにより良 |
| 2 | 早強コンクリート | スランプ 9cm | 39.9 | 43.5 | 0.44 | 1.39 | 同上 |
| 3 | 無収縮コンクリート | スランプ フロー 59cm | 34.0 | 44.7 | 0.54 | 1.73 | 仕上げ性良好・小間隙部に良 |
| 4 | 超速硬無収縮コンクリート | スランプ フロー 62cm | 33.3 | 69.7 | 0.85 | 1.44 | 同上 |

RC床版補修用コンクリートの評価方法としては、表-5に示す方法を採用した。4種類のRC床版補修用コンクリートの試験結果として、フレッシュコンクリート及び硬化コンクリートの性状は、目標とする性状を得る事が出来、既設コンクリートとの付着についても、既設コンクリートからの破壊による強度確認が出来た。試験結果を表-6に示す。床版補修用コンクリートの選定としては、RC床版としての性状を有し、かつ耐久性を有している点より「無収縮コンクリート」を選定した。

無収縮コンクリートは無収縮材、セメント、細骨材が予めプレミックスされている無収縮モルタルと粗骨材がパックされているものを使用し、現場では練り混ぜ水のみ計量する工法を採用し、施工現場におけるコンクリートの品質安定化を図った。使用したプレミックス無収縮材は、セメント量が低減されている製品であり、更に水和熱抑制材が混入されている物を使用し、大量打設した場合の熱ひび割れ防止を図った。無収縮材の最大の特徴として、練り混ぜ時から硬化開始

まで若干の体積膨張がある事、硬化後においても膨張材と同様な膨張作用がある事、ブリーディングの発生が無い事から、既存床版コンクリートとの縁切れによる再劣化防止が図れると判断し採用した。再劣化の現象としては、「打ち替え部の浮き」、「縁切れ」が最も多く現れ、鉄筋の腐食が各所に現れる事が多い。経年変化による劣化原因は、乾燥収縮、自己収縮による原因、又は、中性化、塩害によるケースが多い。本件床版の部分補修については、アスファルト舗装を施すまでの、RC床版補修コンクリートの乾燥収縮による縁切れ、自己収縮によるひび割れ及び縁切れを防ぐ事が重要であり、防水シートが何らかの原因により腐食され床版部へ漏水があった場合においても、鉄筋腐食に結びつかない対処が必要であると判断した。

5. あとがき

この報告書は、RC床版上面の補修要領の決定および、RC床版その補修までについて述べたが、次回は、RC床版下面の補修要領について報告したい。