

添え筋を用いた鉄筋コンクリートスラブの補強とその追跡調査

西日本旅客鉄道(株) 正会員 奥井 明彦
西日本旅客鉄道(株) 正会員 木村 元哉
ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正会員 大鳥 雅義
ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正会員 松田 隆夫

1. はじめに

構造物の劣化が極端に進行した場合においても、その構造物の撤去改築は実際には不可能であることが多い。本報告では、将来構造物がかなり劣化した場合を想定して、その対策としてスラブの補強方法に対する検討を行ったものである。したがって、試験施工の対象とした高架橋は、現状では補強を必要としてはいない。今回対象とする補強方法は、当初より配置されているスラブ下側の鉄筋をそのままにして、スラブ下面に新たに鉄筋(この鉄筋を「添え筋」と呼ぶ)を配置し、その上にモルタルを吹き付け、新旧部材の一体化を図るものである。そこで、実構造物に対する試験施工を実施し、12年後の時点での追跡調査を行った。その補強効果について報告する。

2. 施工概要

対象とした構造物は、昭和47年に供用開始された、3径間連続のビームスラブ式ラーメン高架橋である。添え筋補強の施工手順は以下のとおりであった。

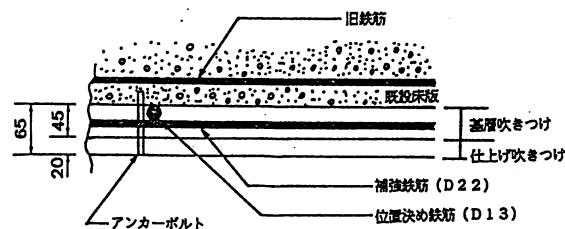


図-1 施工断面図

①既設コンクリートのはつり：コンクリートの浮き部分は、

既設コンクリートと吹き付けモルタルとの一体化を図るため、健全な部分まではつり取りを行った。

②既設鉄筋のケレン及びブラスト処理：はつり落した部分の鉄筋に対して、バキュームブラストによるケレンを行い、コンクリート表面にはブラスト処理を行った。

③プライマーの塗布：床版下面にアクリル・スチレン共重合体からなるプライマーの塗布を行った。

④補強鉄筋(添え筋)の配置：補強鉄筋は主鉄筋方向(橋軸直角方向)に配置し、鉄筋量は既設鉄筋量と同等とした。ただし、吹き付けの施工性を考慮して鉄筋間隔は250mmとし、そのため鉄筋径は既設鉄筋に比べて大きめのD22を用いた。

⑤超速硬SFモルタルの吹き付け：吹き付けには列車振動の影響を考慮して超速硬SFモルタルを用いるものとし、基層は鋼繊維補強超速硬モルタル、表層はSBR系のポリマーを混入した超速硬モルタルを使用した。表層吹き付けモルタルにポリマーを混入したのは、透気性などの改善及び、各種腐食要因の吹き付けモルタル部分への浸透を抑制できると期待されたためである。以上の鉄筋配置及び吹き付け施工部の断面を図-1に示す。

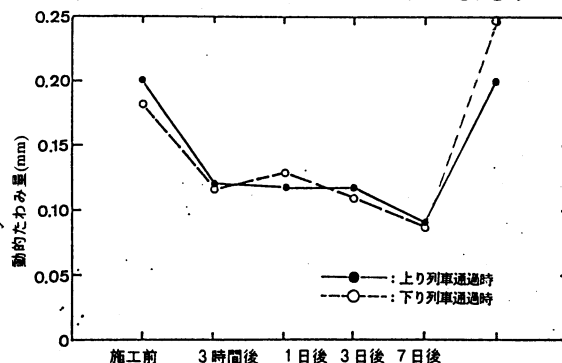


図-2 床版部の動的たわみ

3. 調査結果及び考察

3-1. 動的測定による補強効果の確認

本工法の施工による補強効果を確認するため、列車が载荷されたときの高架橋のたわみ及び新旧鉄筋の動的歪みを測定した。これらは補強工事施工前後で実施し、測定結果を比較することにより補強効果を定量的に把握した。動的たわみ、歪み測定は施工前1回、施工後5回実施し、施工後の測定は、施工後3時間、1, 3, 7日、8ヶ月及び12年後に実施した。また、補修前後でモデル

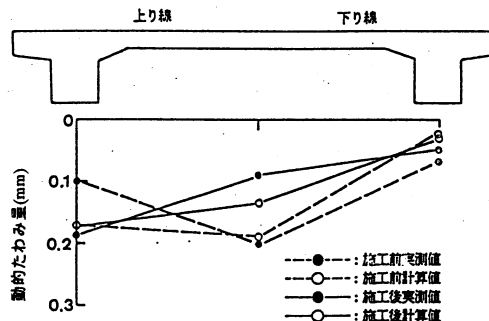


図-3 中央断面におけるたわみの測定結果

化し、3次元弾性解析によるFEM解析を行い検証した。

i) 高架橋のたわみについて

高架橋の床版における動的たわみの各測定時毎の測定結果を図-2に示す。吹き付けモルタル施工後3時間において、動的たわみは施工前の約60%に減少しており、材令の進行とともにさらに減少する傾向にある。すなわち、吹き付け施工直後から補強効果が得られていると考えられる。中央断面におけるFEM解析と測定結果との比較を図-3に示す。補強実施前後における解析値と測定値はほぼ同様の傾向を示しており、たわみに関する検討結果の範囲では、旧床版コンクリートと吹き付け補修部は、十分に一体化して列車荷重に対して挙動していると思われる。

ii) 床版主鉄筋の動的歪みについて

列車荷重による床版旧主鉄筋の動的歪みの変化を図-4に、補強鉄筋の動的歪みの変化を図-5に示す。補強の実施により、旧主鉄筋の動的歪みは明らかに減少している。一方、補強鉄筋には施工直後から列車荷重による歪みが発生しており補強効果が認められる。また、時間の経過とともに旧主鉄筋の歪みはわずかながら減少し、補強鉄筋の歪みが増加傾向にあるが、これは、吹き付けモルタルの強度発現によって、吹き付けモルタル中の鋼繊維が分担する引張力が増加し、結果として床版剛性が向上し、補強効果が増加しているものと考えられる。

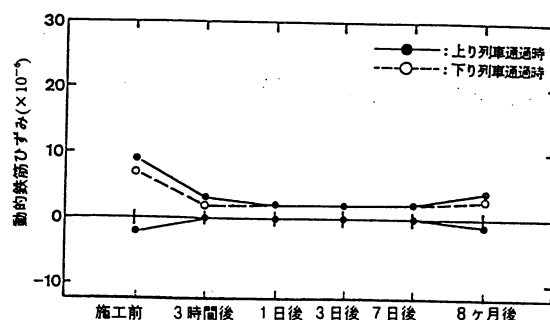


図-4 床版旧主鉄筋の動的ひずみ

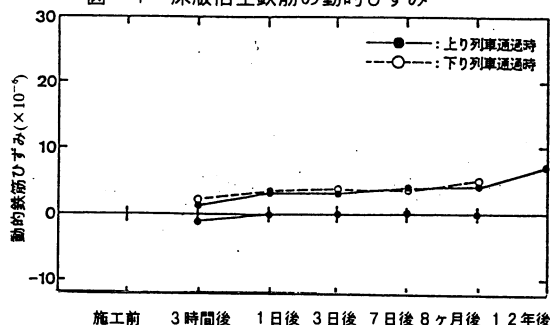


図-5 補強鉄筋の動的ひずみ

3-2. 吹き付けモルタルと旧コンクリートとの打継目引張付着強度試験

吹き付けモルタルと旧コンクリートとの打継目引張付着強度を、建研式付着強度試験機により行った。試験の詳細については本稿では割愛するが、平均付着強度は 11.1 kgf/cm^2 程度であった。従来、はつり面に対して施工した吹き付けモルタルの打継目付着強度は約 6 kgf/cm^2 程度であり、その場合においても吹き付けモルタルの剥落等は発生していないとされている。したがって本施工の付着強度は十分期待できるといえよう。

3-3. 中性化深さの変化

補強工事施工前と施工後12年経過時点での中性化深さの測定結果を表-1に示す。なお、施工前の値はそれぞれの部位での平均値である。これより、測定値に多少の差があるものの、施工前後において大差ない結果となった。ただし補強工事を実施しなかった縦梁についても施工前とほぼ同様の結果を示しており、吹き付けモルタルが中性化の進行に与えた影響については判然としない。

表-1 中性化深さの測定結果

部位	施工前	施工後
床版	16.1mm	16.4mm
		10.6mm
縦梁	21.7mm	22.6mm

※施工後の床版は旧表面からの値である。

3-4. 塩化物イオン量の変化

塩化物イオン量の変化を図-6に示す。0~25, 25~50, 50~75の値は吹き付けモルタル部分の塩化物イオン量である。旧鉄筋近傍に向かって塩化物イオン量の増加が認められるのは補強工事の施工前後で変わらない。また、施工前と比較して施工後は塩化物イオン量はやや低下しているように見えるが、サンプリング位置が異なるためと思われる。また、吹き付けモルタル部分への塩化物イオンの逆拡散は認められないようである。

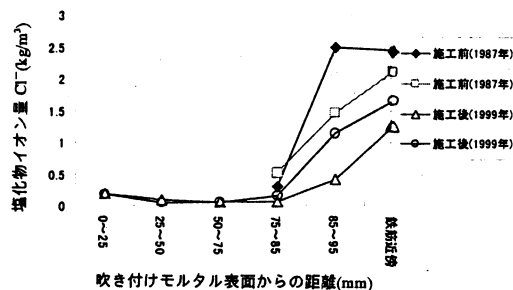


図-6 塩化物イオン量の変化

4. まとめ

- 1) 動的たわみ、動的歪み、及び付着強度等の試験の結果より、「添え筋」及び吹き付けモルタルによる補強部材は旧部材と一体化していると考えられ、経年12年後でも本工法によるスラブの補強効果が認められる。
- 2) 本補強による中性化及び塩化物イオンに対する影響については、今後さらに検討する必要がある。