

VI-34

超速硬セメントと鋼繊維を用いた吹付け補修工事の追跡調査

住友セメント株式会社 正会員 峰松 敏和
 住友セメント株式会社 内田 美生
 東急建設株式会社 半沢 修

1. 目的

超速硬セメントと鋼繊維を用いた吹付け工法(以下、超速硬SF吹付け工法と呼ぶ)による補修工事は、超速硬セメントの急硬性と鋼繊維による補強効果を有効に利用でき、高架橋の供用を妨げることなく、下面から施工できるため鉄道高架橋を中心としてかなりの施工実績を数えるに至っている。この間に超速硬SF吹付けモルタルの諸性状を明らかにするための吹付け実験¹⁾や、実際の補修工事における補修効果の確認試験も別途実施しており、今回補修終了後材令2年までの追跡調査結果をとりまとめたのでここに報告する。

2. 追跡調査を実施した高架橋の概要

補修を実施した高架橋は3径間連続ラーメン構造で、今回測定対象とした区間は端部の1スパンとジョイントスラブである。この高架橋は建設後50年程度を経過し、ひびわれの発生や中性化は比較的激しいが、鉄筋応力解析結果やたわみの測定結果に基づくかなりの耐力を有しており、構造的には比較的健全と判断された。また、補修前の強度試験結果に基づく、シュミットハンマーによる表面強度が100~200kgf/cm²、構造体から採取したコア圧縮強度が260~400kgf/cm²で、構造物の表面近傍の劣化程度が激しく、超速硬SF吹付け工法での補修が適していると判断された。なお、補修工程等については文献²⁾を参照されたい。

3. 調査項目および測定方法

調査項目および測定方法を以下に示し、測定位置を図-1に示す。また、動的挙動の測定は、20回程度の測定を繰返し、データ・レコーダに記録、再生した。なお、超速硬SF吹付けモルタルの吐出配合はW/C=50%、S/C=4/1、V_f=1%で、超速硬吹付けモルタルはW/C=40%、S/C=4/1である。

(1)外観検査 目視によりひびわれ等を観察した。

(2)強度 補修工事実施時に60×60×25cmの超速硬SF吹付けブロックを別途作成し、各材令時にφ10cmのコアを採取し、圧縮および割裂強度試験を実施した。また、補修直後(1日および2日)の圧縮強度をシュミットハンマーを用いて求めた。

(3)超速硬SF吹付けモルタルの発熱 超速硬セメントは極く初期から水和反応が活発におこるため、その発熱性状を把握し、温度ひびわれの可能性を検討する必要がある。そこで温度ゲージを用いて吹付け作業中に基層(超速硬SF吹付けモルタル)および表層(超速硬吹付けモルタル)の発熱性状を測定した。

(4)鉄筋の動的ひずみ 列車通過時の振動による鉄筋の歪の測定は、補修前の鉄筋に容接ゲージを設置し、補修前、補修後および材令2年まで測定することとした。

(5)高架橋の動的たわみ 高架橋の動的たわみは梁およびスラブ下面からピアノ線を張り、先端に変位計を設置し測定した。また測定は補修前、補修後および追跡調査を計画したが、補修後に高架橋下に家屋が新設され、補修前および補修後のみとなった。

(6)超速硬SF吹付けモルタルの動的ひずみ 補修中の超速硬SF吹付けモルタル中に埋込み型のコンクリートゲージを設置し、補修後材令2年までの吹付けモルタルの動的挙動を測定した。

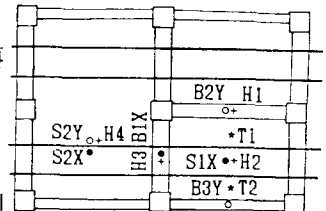


図-1 測定位置

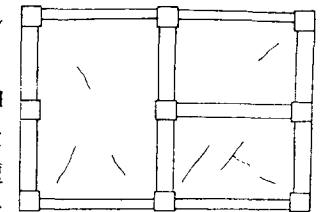


図-2 ひびわれ状況

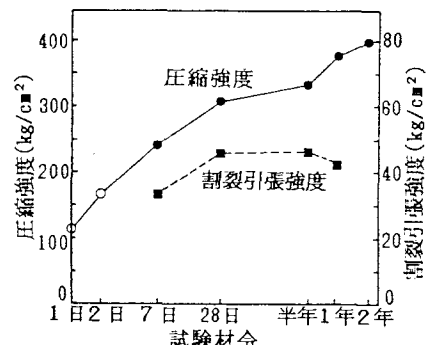


図-3 吹付けモルタルの強度性状

4. 測定結果

(1) 外観検査 図-2に追跡調査時のひびわれ状況を示す。補修後半年で乾燥収縮によると思われるひびわれが発生していたが、その後の進展はあまり大きくなく、ひびわれ幅は最大 0.1mm程度であった。なお、このひびわれは表層の仕上げ吹付けモルタルのみで内部の補強層までは達していなかった。

(2) 強度 図-3は圧縮強度および割裂引張強度試験結果で、超速硬SF吹付けモルタルは急結剤を用いた場合と異なり、初期から長期まで安定した強度発現性を有することが明らかである。

(3) 発熱性状 図-4は超速硬SF吹付けモルタルの施工現場における発熱性状である。この結果によると温度上昇量は最大 9℃程度であり、本吹付け工法においては部材厚が5cm程度と小さいため温度によるひびわれはほとんど考慮しなくて良いと考えられる。なお、超速硬SF吹付けモルタルのT-1において温度が2段階で上昇しているのは1回の吹付けで所定厚とならず、再度吹付けたためである。

(4) 鉄筋の動的ひずみ 図-5および図-6は電車活荷重による鉄筋歪から求めた鉄筋応力で、図-5は引張鉄筋応力度と電車荷重との関係、図-6は電車荷重1ton当りの鉄筋応力である。なお、S-1は補修後半年から、また他も補修後2年においてゲージにノイズが発生し測定できず、さらに補修後半年のB-2、B-3は測定中に0点が移動し、測定はできたものの圧縮と引張歪の判別ができなかった。これらの図から鉄筋応力は本吹付け補修によって小さくなることが明らかで、またその効果は補修後1年までは完全に保持されていた。すなわち、本工法は補修工法として効果のみでなく、補強の意味合の大きい工法であると考えられる。なお、補強効果としてはスラブより梁の方が補強効果が大きいようである。

(5) 動的たわみ 表-1に補修前および補修後の高架橋の動的たわみの測定結果を示す。この結果によると補修後のたわみは補修前の1/2以下と大きく改善されている。これは補修後に高架橋の断面が若干大きくなったことも影響しているが、これを考慮した計算結果においてもあまりある補強効果を示しており、この結果からも優れた補修工法であると判断される。

(6) 超速硬SF吹付けモルタルの動的ひずみ 図-7は補修終了後の超速硬SF吹付けモルタルの動的歪を電車荷重1ton当りに換算したモルタルのひずみ係数である。図において、C-2以外はいずれも材令と共に歪が若干増大しているが、その程度は非常に小さい。また、電車荷重による歪の実測値に、ヤング率を $3.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ と仮定して求めた応力は、これらの結果の最大値でも 15 kgf/cm^2 以下となり、先に示した割裂引張強度の1/2程度で、吹付けモルタル部も応力を分担していることが明らかである。

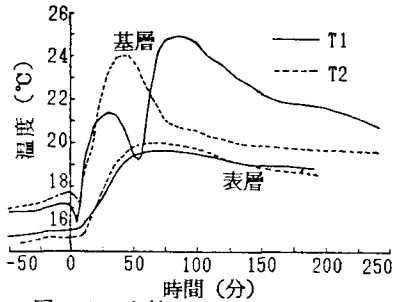


図-4 吹付けモルタルの発熱性状

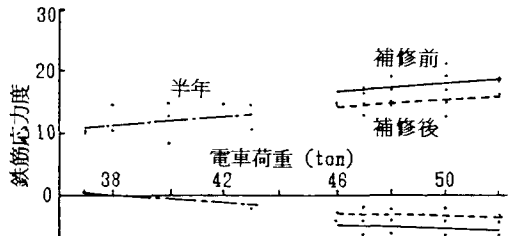


図-5 電車荷重と鉄筋応力度との関係

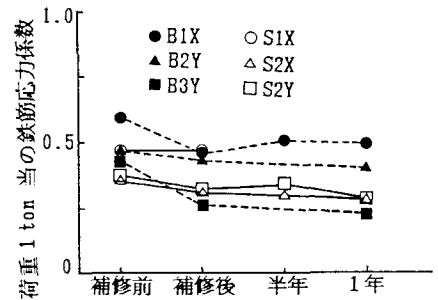


図-6 鉄筋に作用する動的応力

表-1 荷重1ton 当りの動的たわみ

測定点	補修前	補修後	補修後 補修前
H1	0.120	0.036	0.30
H2	0.293	0.156	0.53
H3	0.081	0.034	0.42
H4	0.261	0.114	0.44

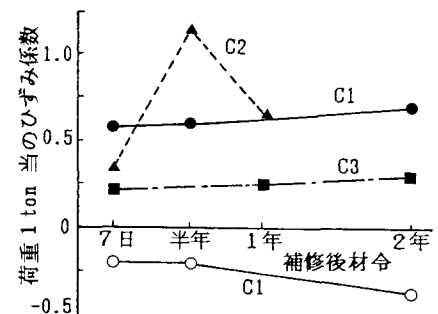


図-7 吹付けモルタルの動的ひずみ

参考文献

- 1) 峰松他 "超速硬セメントと鋼繊維を用いた吹付けモルタルの諸性状" 第8回JCI 年次講演会講演論文集, 1986年
- 2) 浅野他 "超速硬セメントと鋼繊維を用いた吹付けコンクリートによる急速補修工事" コンクリート工学Vol.23, No.2, Feb. 1985