

炭素繊維プレート緊張材を用いた鋼橋の補強 -新湊川橋(単純鋼合成鈹桁)-

ドーピー建設工業(株) 正会員 ○平野 雅博
 神戸市建設局 西部建設事務所 室井 浩一
 港建設(株) 渡辺 哲也
 (株) トーニチコンサルタント 奥田 豊久

1. はじめに

本工事は、昭和44年に架橋された新湊川橋(西行き)の耐震補強工事とB活荷重に対応させるための補強工事である。本橋は、橋長28.400m、支間27.660m、全幅員23.210mで、構造形式は単純鋼合成鈹桁橋である。B活荷重に対応させるための補強には、フランジ増設補強工法、外ケーブル補強工法および炭素繊維プレート緊張材補強工法の比較が行なわれ、経済性および桁下空間におよぼす影響の小ささから、炭素繊維プレート緊張材補強工法が採用された。鋼主桁の補強には、全主桁7本に、容量360kNの炭素繊維プレート緊張材を2層設置して補強が行なわれた。

本報告は、B活荷重に対応させるための補強工事に関して報告するものである。

2. 橋梁概要

以下に橋梁の概要を示す。また、図-1に断面図を、図-2に橋梁一般図を示す。

橋梁名：新湊川橋(西行き)
 路線名：主要地方道 神戸明石線、 橋梁形式：単純鋼合成鈹桁橋
 橋長：28.400m、 支間：27.660m
 有効幅員：17.900m + 4.450m、 斜角：78° 20' 00"

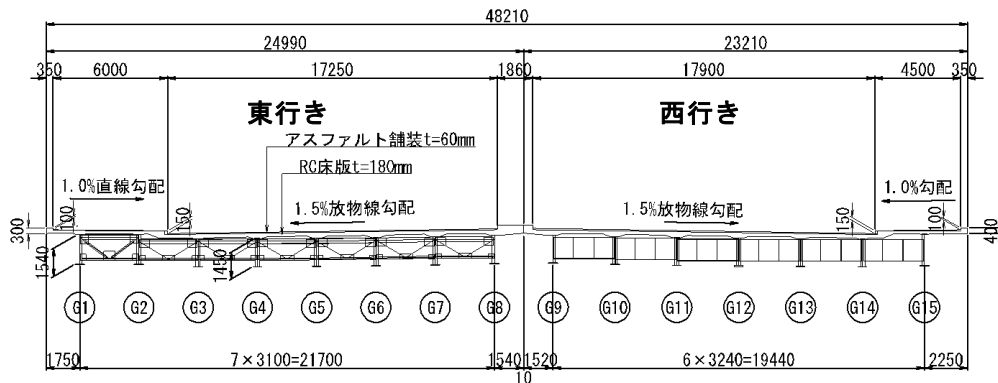


図-1 断面図

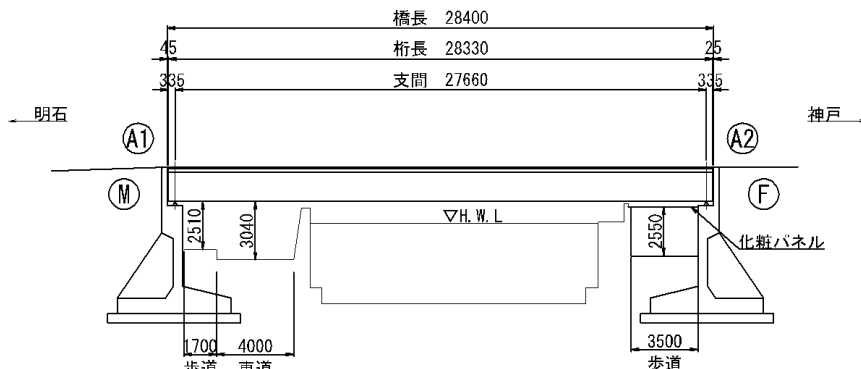


図-2 橋梁一般図

3. 補強工法の選定

本橋の当初設計の活荷重はTL-20で設計されていたため、B活荷重に対する耐荷力照査が必要となった。また、本橋のA1橋台の起点側では、阪神高速道路(株)の工事が実施されており、現状の車線構成は暫定なものとなるが、計画車線は調整中で決定していないため、計画車線・その1(5車線)、計画車線・その2(4車線)および現状車線の3種類に対しての照査を行なった。その結果、曲げ耐力の向上を図る補強が必要となり、以下に示す補強工法から選定することとなった。

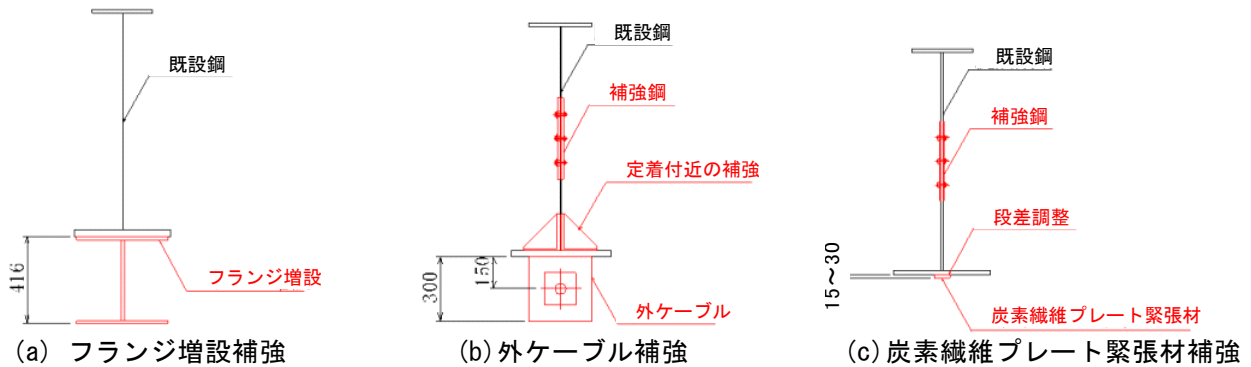


図-3 補強工法の種類

ここで、実測による河床勾配1/220、計画高水流量 $Q = 410\text{m}^3/\text{s}$ 、粗度係数 $n = 0.02$ よりHWLを算定した結果、補強部材の設置可能高さは172mm以下となり、既設護岸における補強部材の設置可能高さ確認を行なったところ、130mm以下であった。

以上の結果から、(a)フランジ増設補強はHWLの

余裕高を侵し、(b)外ケーブル補強は既設護岸の切り下げが必要になることから、経済性にはやや劣るものの桁下空間に与える影響が極めて小さい(c)炭素繊維プレート緊張材補強工法が採用されることとなった。

4. 補強概要

先に示したように、本橋の曲げ補強には炭素繊維プレート緊張工法が採用された。図-4に概要図を示す。補強に用いられた炭素繊維プレートは360kN型(幅75mm、厚さ3mm)で、各主桁に2層ずつ配置した。ただし、G15桁においては炭素繊維プレート・360kN型の2層配置では許容値を満足しなかったため、ウェブに板厚16mmのプレート2枚を設置する鋼板補強を併用した。また、本橋は添接板の設置および下フランジ部材厚の変化があることから、調整板を設置(写真-2参照)することで下面の凹凸に対応した。

4.1 緊張材定着用固定プレートの設置

固定プレートの設置には、1層および2層ともトルシアボルトを用いて固定させた。写真-1に固定プレートの設置状況を、写真-2に調整板の設置状況を示す。

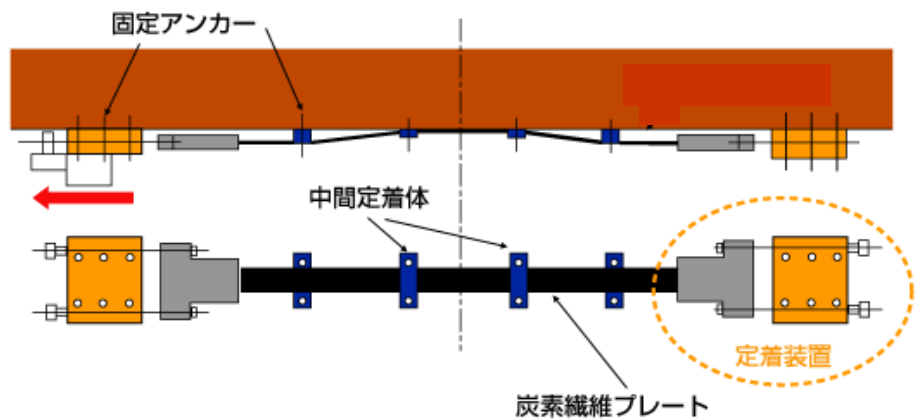


図-4 炭素繊維プレート緊張工法の概要図

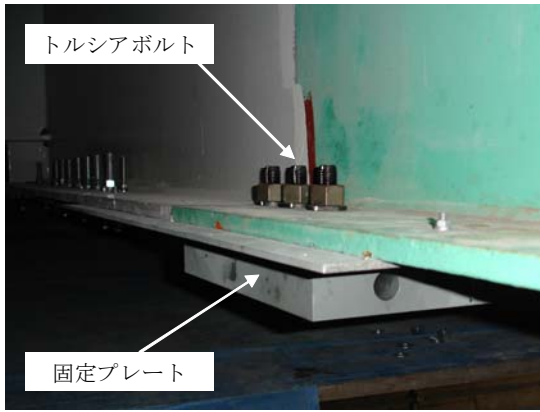


写真-1 固定プレートの設置

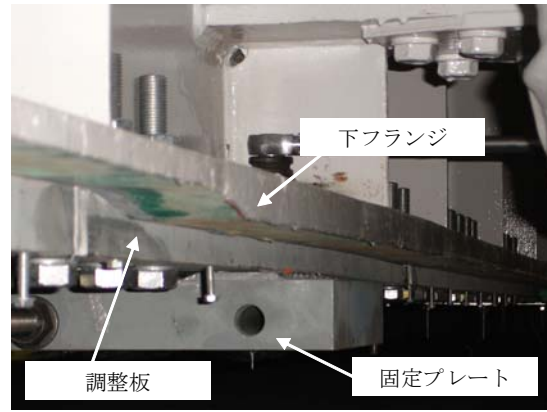


写真-2 調整板の設置



写真-3 緊張作業状況

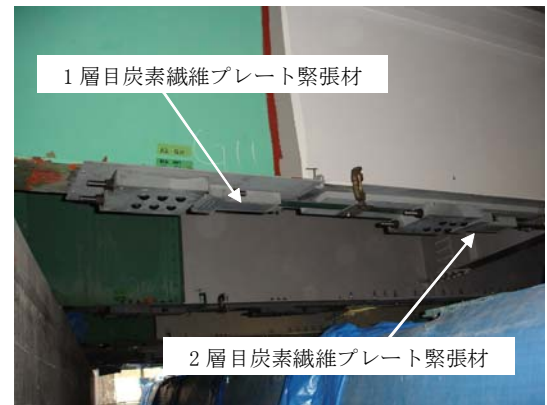


写真-4 緊張作業完了状態



写真-5 保護カバーの設置およびグラウト完了



写真-6 ポリウレタン塗装による仕上げ

4. 2 炭素繊維プレートの緊張

炭素繊維プレートの緊張は、油圧式ポンプと専用の爪付きジャッキを使用し、1層目の緊張が完了後、1層目の上に2層目を設置して、全て片引きで緊張を行なった。写真-3に緊張状況を、写真-4に緊張作業完了状態を示す。

4. 3 定着装置の保護および炭素繊維プレートの仕上げ

緊張完了後に、定着装置に保護カバーを設置してグラウト注入を行い防錆処理（写真-5）を施すと

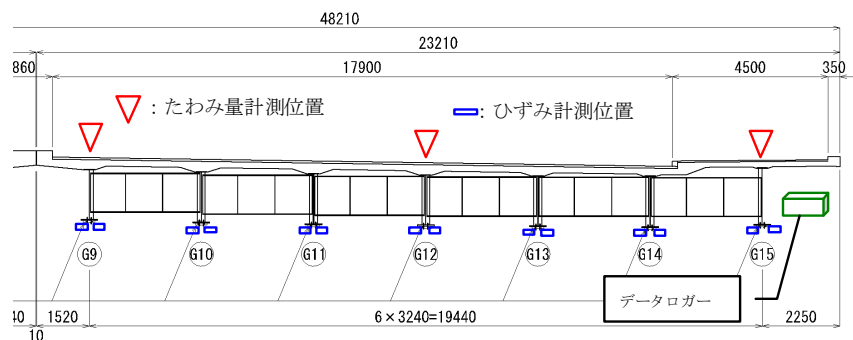


図-5 たわみ量およびひずみ量の確認位置

ともに、炭素繊維プレート部には、耐久性および耐候性を高めるためにポリウレタン塗装 (写真-6) を行なった。

5. 補強効果の確認試験

5.1 確認試験概要

鋼主桁たわみ量はレベルにより、G 9桁・G 12桁・G 15桁 (図-5 参照) の支間中央高さを炭素繊維プレートの緊張前と緊張後にたわみ量を測定した。

鋼主桁のひずみの測定は、ひずみゲージをG 9桁～G 15桁支間中央の下フランジ下側に設置 (図-5 参照、炭素繊維プレートの左右) し、炭素繊維プレートの緊張前と緊張後のひずみを計測することにより鋼桁に導入された応力度を算出し、その補強効果の確認を行なった。

5.2 事前FEM解析

新湊川橋 (西行き) の炭素繊維プレート緊張材補強工法に対する補強効果の確認試験に際し、FEM解析を行い応力改善およびたわみ変化についての確認を行った。

解析モデルは図-6 に示すように、全長の1/2をモデル化し、鋼主桁およびコンクリート床版はソリッド要素、横桁はシェル要素としている。補強には炭素繊維プレート 360kN タイプを用いており、

1層あたりの緊張力は200kNとしている。図-7にFEM解析結果を示す。鋼主桁に $15\text{N/mm}^2 \sim 19\text{N/mm}^2$ 程度の圧縮力が発生する。

5.3 試験結果

鋼主桁のひずみ計測時期は、各層全桁の炭素繊維プレートの緊張終了時に計測を行なった。表-1 に試験結果を示すが、所定の応力度が導入されることが確認できた。ここで、試験結果と計算値の比率にバラツキがあるが、これは、床版の鋼板接着補強や横桁の荷重分配の影響と考えられる。

6. おわりに

炭素繊維プレート緊張材を用いた鋼橋の曲げ補強は本工事で2例目となる。また今回は補強効果の確認試験も行ない貴重なデータも収集することが出来た。本稿が今後の同種工事の一助となれば幸いである。最後に、本工事にあたり多大なご協力を頂いた全ての関係各位に深く感謝する次第である。

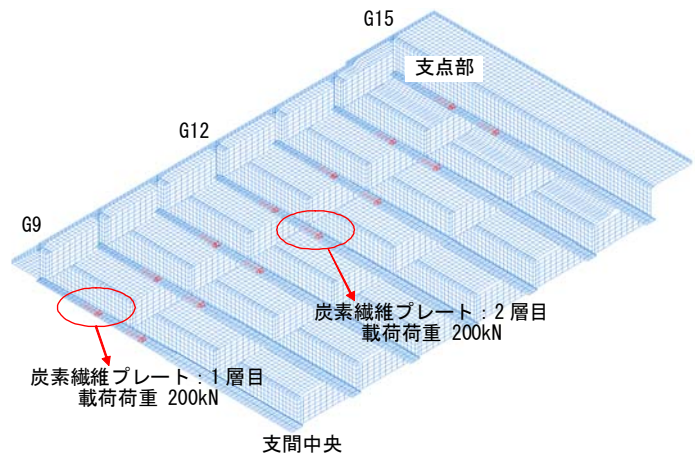
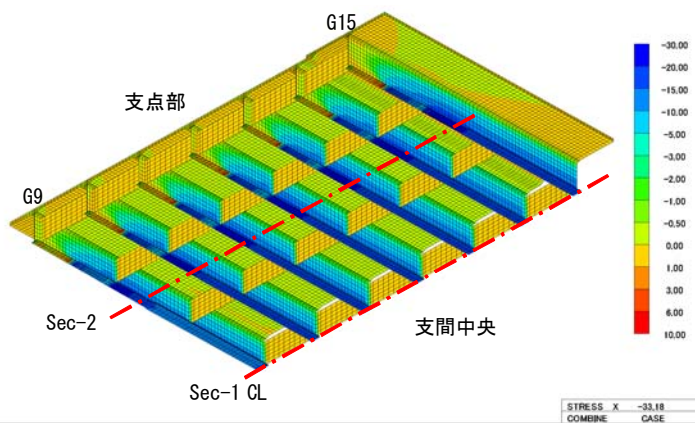


図-6 FEM解析モデルおよび荷重荷重



各桁下縁の補強応力度 (圧縮を正) (単位: N/mm^2)

		G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
全炭素繊維プレート緊張	Sec-1 (CL)	15.2	16.2	16.7	17.1	17.4	18.2	18.7
	Sec-2	19.1	19.7	20.1	20.3	20.6	21.0	22.5

図-7 FEM解析結果

表-1 試験結果

各桁支間中央下縁の補強応力度 (圧縮を正) (単位: N/mm^2)

		G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
①FEM解析	1層目緊張	8.5	8.7	9.0	9.2	9.4	9.8	10.0
	2層目緊張	16.4	17.5	18.0	18.5	18.8	19.7	20.2
②補強設計	全プレート緊張	15.7	19.2	19.1	19.2	19.3	19.4	18.2
③確認試験結果	1層目緊張	6.2	9.0	9.4	10.6	10.6	10.1	8.5
	2層目緊張	13.6	17.3	16.8	18.2	18.6	20.5	18.2
③/①	1層目緊張	0.728	1.025	1.052	1.153	1.126	1.030	0.847
	2層目緊張	0.827	0.986	0.931	0.984	0.991	1.041	0.900
③/②	全プレート緊張	0.864	0.898	0.879	0.946	0.965	1.055	0.998