西船場 JCT の橋脚梁部再構築に係る仮受け時既設桁補強設計

阪神高速道路（株）　正会員　○田中　将登　　正会員　　曽我　恭匡
正会員　　川合　将斗　　（株）横河ブリッジ　小長井　翔

１．はじめに　事業中の西船場 JCT では、現場着手後に実施した既設橋脚に対するコア調査等により、大阪港線の RC 橋脚梁において ASR 劣化が発見された。これらの橋脚には拡幅による新たな桁重量が付加されることから、特に劣化の著しい 4 橋脚（東下 P41,44,45,46）は梁を再構築することとした。当該路線は 50,000 台/日を超える重交通で通行止めは困難であることから、再構築に際しては供用下で既設桁を仮受けしながら実施する必要がある（図-1）。加えて、同図の模式図より仮受けに伴い支点位置が移動し、本来の支点位置の発生曲げモーメントが正負逆転することから、既設桁を一部補強し、補強後の応力状態を確認する必要がある。本稿では上記を踏まえた既設桁補強設計の内容及び計測管理計画について報告する。なお、仮受け構造の設計については別途報告する [1)]。

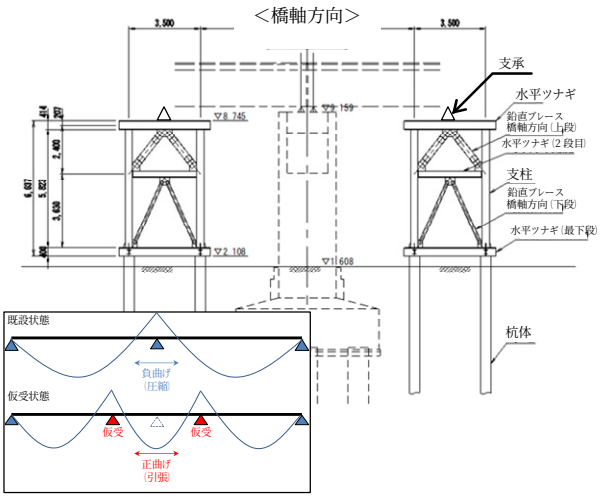

図-1　仮受構造一般図

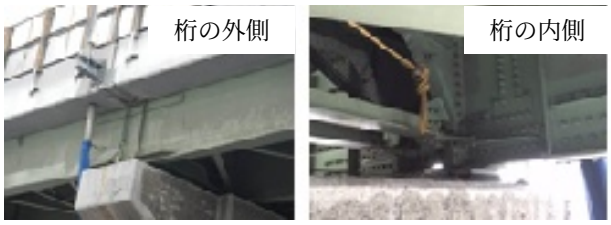

図-2　支点上の既設桁

図-3　支点上の既設桁（補強後）

２．設計結果　前述の通り、再構築は本線供用下で施工を行うこととする。また、既設桁は過去連結化がなされており、その連結部は構造が複雑であることから（図-2）、基本的には既設部材をそのまま有効活用することとし、補強を行う際は既設桁への影響を最小限にとどめる。さらに、補強設計方針に対して FEM 解析を行い、補強後の既設桁の応力状態を事前に検証・確認する。

本件の対象が既設桁であることから、活荷重はレーン載荷とし、桁連結部は道路構造物の補修要領 [2)]に基づき非合成桁として照査を行う。また、仮受け時は常時監視体制にあることを踏まえ、鋼桁の許容応力度については、1.5 の割増係数を乗じた値として設計する。

現地施工条件等を踏まえて既設桁補強を検討し、設計計算を行った結果、図-3 に示すような補強を行うこととした。同図より、既設下モーメントプレートは圧縮部材であるため、下フランジを T 型鋼材にて連結することで引張材としての機能を確保する。また、一部のウェブを添接している高力ボルトを M22 から M24 に取り換えることとした。

仮受け終了後は、補強に用いた仮設部材は全て撤去し、ボルト孔は防錆高力ボルト閉じとする。ただし、ウェブで取り換えた高力ボルトは機能アップであることから存置することとした。

３．FEM 解析結果　次に、上記設計結果に対して FEM 解析による検証を行った。検証では、①軸力分担、②引張接合ボルトの検証、③設計計算との整合性の観点で、既設桁連結下側モーメントプレート付近の引張領域において、補強部材と既設桁連結部材のそれぞれの部材の分担力を算出し、既設桁連結部材に過度の軸力等が発生していないかを確認した。なお、対象である東下 P41 橋脚上の主桁のうち、発生応力度が最大となる G2 桁及び設計曲げモーメントが最大となる G4 桁を解析対象とした。

Keywords:　仮受け　再構築　既設桁補強　計測管理
連絡先：〒552-0007　大阪市港区弁天 1-2-1-1900　阪神高速道路㈱ 建設・更新事業本部　大阪建設部　ＴＥＬ06-6599-1718

解析モデルは、図-4 に示すとおり鋼部材はシェル要素、RC 床版はソリッド要素を使用している。材料特性は表-1 に示す。また、拘束条件は端部固定とし、荷重条件として最大設計曲げモーメント（死荷重＋活荷重＋衝撃：割増なし）を等分布曲げモーメントとして載荷している。ここでは代表的に G4 桁の FEM 解析結果として変形状態を示す。

先ず、軸力分担については、要素発生軸力の集計より表-2 (a) のとおり G2 桁、G4 桁ともに発生軸力が補強部材に流れていることが分かる。

次に、図-5 に示す既設桁連結部材の下側モーメントプレート部について引張接合ボルトの照査を行った。今回の施工により，仮に既設桁連結部材に発生する引張力の全てを 4 本のボルト（引張接合用高力ボルトの許容力 160kN/本 [3]）のみで抵抗することとし，許容応力度の割増係数 1.5 を考慮すると，M22 高力ボルトの許容軸力は 960（kN）となる．既設桁連結部の引張分担の全てが引張接合ボルトに作用したとしても許容値を満足する。

最後に、設計計算との整合については、下側引張領域における最大発生応力度の確認を行った。発生応力度は表-2 (b) に示すとおりであるが、G2 桁、G4 桁ともに発生応力は設計計算値に比べて十分小さい値となっている。これは、追加補強部材と既設連結部材が共同で作用していること、また、実質は合成桁として床版作用が期待できることによるものと考えられる。

以上より、前項で示した既設桁補強によって十分な安全性が確保されていると考えられる。

4．計測管理計画　既設補強時に設計とおりの応力状態となっているか、すなわち補強部材に応力が伝達されているかを確認し、施工中の安全性を検証するために常時計測・監視を実施する必要がある。

計測管理については、補強設計時に実施した FEM 解析結果を考慮し、図-6 に示す箇所で計測するとともに、下記に示す管理を行う計画を立案した。なお、計測項目はすべてひずみ測定値から算出することとする。

一次管理値は許容値の 60%、すなわち許容応力度に設定し、これを超過した場合は点検・観測体制の強化を行う。また、2 次管理値は許容値の 80%、すなわち許容応力度の 1.3 割増に設定し、これを超過した場合は工事の一時中止と対策工の検討を行う。さらに、許容応力度の 1.5 割増を超過する場合は仮ベントにて追加支持を行うこととした。

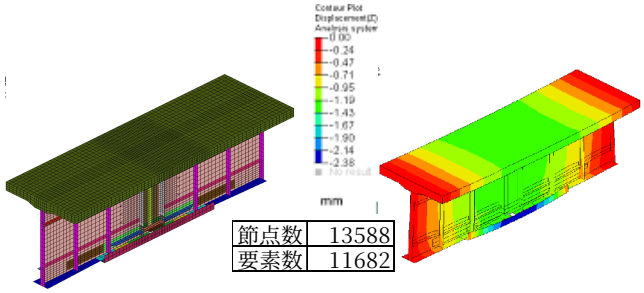

図-4 FEM 解析モデルと変形状態

表-1 材料特性

鋼桁	ヤング率 (N/mm²)	200000
	ポアソン比	0.3
床版コンクリート	ヤング率 (N/mm²)	25000
	ポアソン比	0.2

※既設床版コンクリートは σ_{ck}=24N/mm²

表-2 FEM 解析結果

(a) 発生軸力 (kN)

	既設桁連結部材	追加補強部材
G2桁	623	608
G4桁	811	587

(b) 発生応力度 (N/mm²)

	設計計算値	FEM解析値	
		既設連結部材	追加補強部材
G2桁	268.5	146.1	84.0
G4桁	184.5	102.2	70.5

※設計計算値は下側モーメントプレート位置

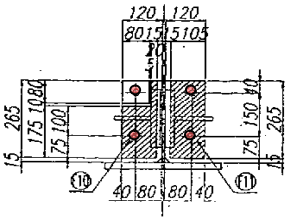

図-5 既設桁連結部材の下側モーメントプレート部

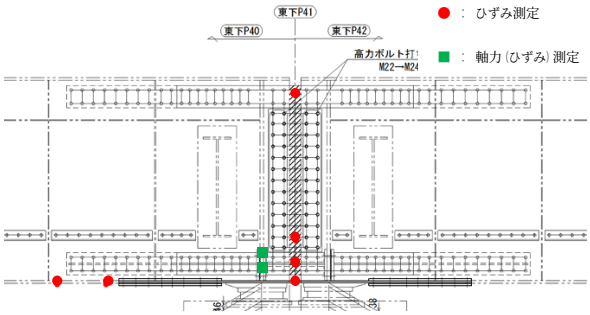

図-6 計測予定箇所

その結果、大型車通行による一時的な一次管理値の超過はあったものの二次管理値の超過は見られなかった。

5．まとめ　本稿では、西船場 JCT 事業において施工予定の橋脚梁部の再構築に係る仮受時既設桁補強設計の内容及び計測管理計画について報告した。本件はこれから当社が本格的に実施していく大規模更新・修繕事業における仮設備の指標になり得るものと考える。

参考文献　1）曽我ら：供用路線下での ASR 損傷橋脚梁再構築に係る仮受け構台の設計・施工：第 73 回年次学術講演会，2）阪神高速道路株式会社：道路構造物の補修要領，3）公益社団法人日本道路協会：道路橋示方書