

CFT方杖部材を用いた鋼2主1桁複合ラーメン橋のコスト縮減効果に関する検討

(株)横河ブリッジ 正会員○亀川博文 正会員 高嶋豊 正会員 春日井俊博 正会員 佐々木保隆

1. はじめに

昨今の橋梁の技術開発は、低コスト化に関する取組みがかなりの部分を占めているといっても過言ではない。特に鋼とコンクリートとを組み合わせた複合構造の橋梁形式は、コスト縮減の切り札的な存在となっている。その橋梁形式の代表的なものとして、鋼2主1桁と中間橋脚の柱頭部を剛結した複合ラーメン橋¹⁾が挙げられる。この形式は、鋼2主1桁橋の最大適用支間長 60m²⁾よりも長い支間長に適用でき、支間長 81.5m の実績³⁾がある。しかしながら、支間長が 80m 程度を超えると曲げモーメントの増大に伴い、中間支点部の主桁高は 3m 以上が必要で、陸上輸送の制約から上下 2 分割の断面となり、水平継手の設置や現場での地組み作業による追加コストが発生する。そこで、筆者らは、中間支点部に発生する曲げモーメントを低減させる目的で、**図-1** に示す軸圧縮部材として合理的な CFT 部材（以下；CFT 方杖部材と呼ぶ）を用いた複合ラーメン橋を提案し、そのコスト縮減効果を検討した。検討では、支間割 75m+2@90m+75m の 4 径間連続鋼2主1桁複合ラーメン橋をモデルとし、まず、CFT 方杖部材の取付け角度と取付け位置の検討を行い、次に、一般的な複合ラーメン橋と CFT 方杖部材を用いた複合ラーメン橋の試設計およびコスト比較を行なった。さらに、地震時の動的応答解析を実施し、耐震性の検証を行なった。ここでは、その検討結果について報告する。

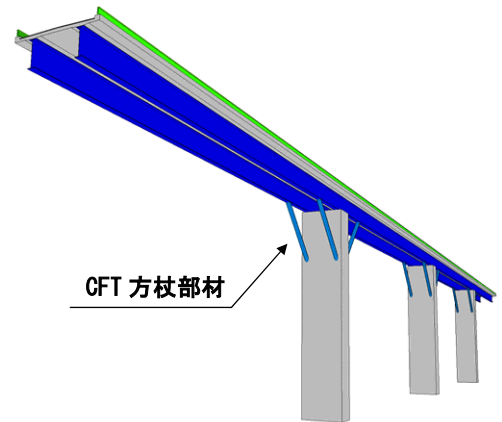


図-1 CFT方杖部材を用いた鋼2主1桁複合ラーメン橋

2. CFT方杖部材の取付け角度と取付け位置の検討

(1) CFT方杖部材の許容軸圧縮力

本検討における CFT 方杖部材の許容軸圧縮力は、文献 4) の合成柱編を参考に鋼管とコンクリートのそれぞれの耐力を足し合わせた累加強度として算出したのち、道路橋示方書⁵⁾で用いられている許容応力度設計法の安全率 1.7 で除した値を採用した。したがって、この安全率を使用することにより、限界状態設計法を基本としている文献 4) の適用にあたっては、累加強度を算出する際に用いる材料強度のばらつきを考慮した材料係数や合成柱部材の抵抗係数は考慮しないこととした。

(2) 取付け角度と取付け位置の検討

検討モデルは、CFT 方杖部材の取付け角度を 45° と 30°、取付け位置を中央径間との支間長比率で、0.1、0.15、0.2 とする**図-2**(a)～(f)の合計 6 タイプとし、骨組解析を実施した。解析結果から、曲げモーメントの低減効果に着目すると、取付け角度は 30° よりも 45° の方が優れ、また、取付け位置は 0.15 以上の支間長比率のものが優れており、**図-2** 中の (b) および (c) のタイプが有効であることがわかった。

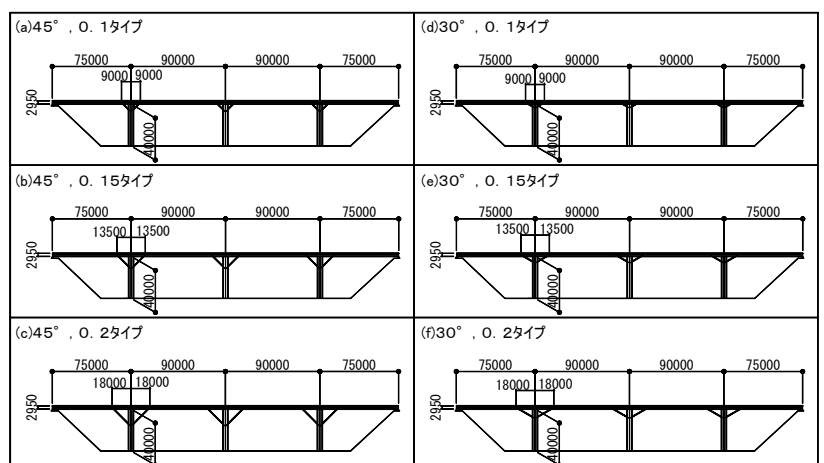


図-2 CFT方杖部材の取付け角度と取付け位置の検討モデル

Key Words : 複合ラーメン橋, 鋼2主1桁, CFT, 合成柱, 経済性比較

連絡先 : 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 TEL 047-435-6161 FAX 047-435-6160

3. 一般的な複合ラーメン橋とCFT方杖部材を用いた複合ラーメン橋の試設計およびコスト比較

試設計でのCFT方杖部材は、取付け角度および取付け位置を図-2の(b)のタイプとし、鋼管 $812.8\phi \times 12.7$ (STK490) に設計基準強度 $40\text{N}/\text{mm}^2$ のコンクリートを充填する断面構成とした。また、幅員構成は図-3に示す主要幹線道路の地方部を想定した。試設計結果における主桁の曲げモーメントを図-4に示す。曲げモーメントの低減効果に着目すると、一般的な複合ラーメン橋はP1橋脚前面で最小値約 $-80000\text{kN}\cdot\text{m}$ であるのに対して、CFT方杖部材を用いた複合ラーメン橋では方杖部材取付け点で最小値約 $-40000\text{kN}\cdot\text{m}$ であり、CFT方杖部材を設置することにより、曲げモーメントを約半分にすることが可能となる。

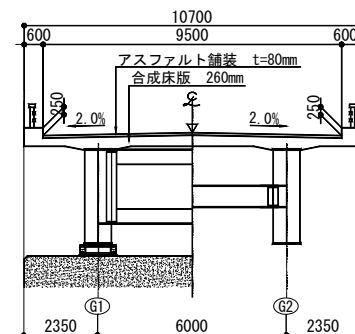


図-3 試設計に用いた幅員構成

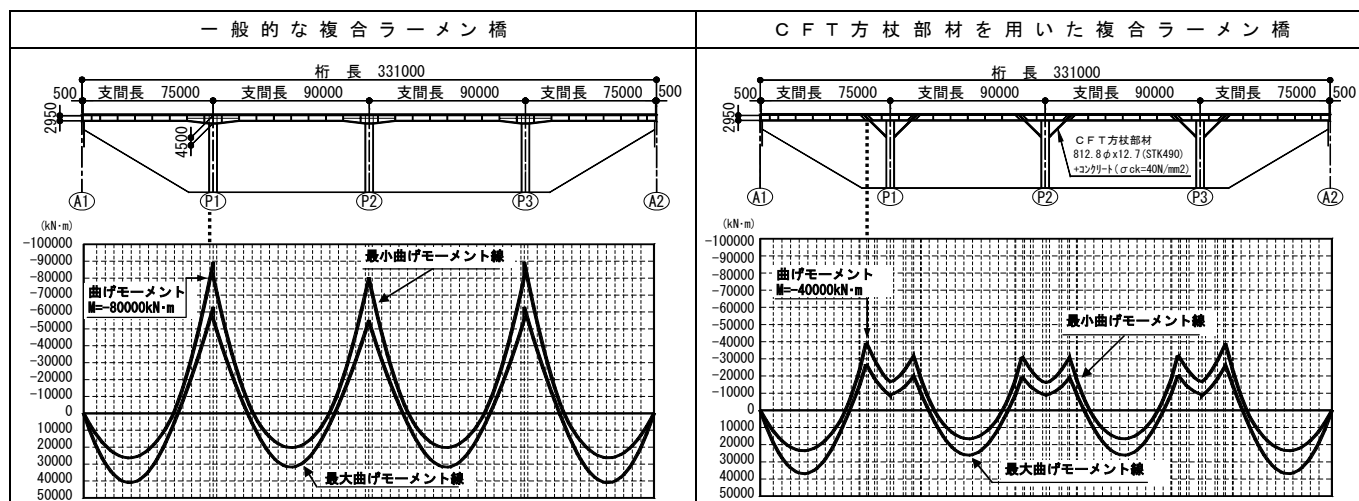


図-4 試設計における主桁の曲げモーメント

表-1に上部工の製作重量と工場製作費の比較を示す。主桁断面設計において、一般的な複合ラーメン橋は中間支点部に水平継手を有する上下2分割の断面構成であるのに対し、CFT方杖部材を有する複合ラーメン橋は主桁高を3m以下の1断面で設計できている点やSM570材の使用範囲が少なくなっている点などで、工場製作費が約2割低減しており、CFT方杖部材がコスト縮減に非常に効果があることが明らかとなった。

表-1 上部工製作重量と工場製作費の比較

	一般的な複合ラーメン橋 (a)	CFT方杖部材を用いた複合ラーメン橋 (b)	比率 (b)/(a)
製作重量 (ton)	1,180	989	0.84
工場製作費 (千円)	477,065	386,702	0.81

4. 地震時の動的応答解析による耐震性の検討

レベル2-タイプIIのI種地盤の代表3波形を用いた時刻歴応答解析のうち、橋軸方向加震時の解析結果を表-2に示す。CFT方杖部材の影響は、CFT方杖部材を用いた複合ラーメン橋と一般的な複合ラーメン橋の応答値を比較する限り、小さいことがわかった。また、CFT方杖部材の発生軸力は許容軸圧縮力を満足することが確認できた。

5. まとめ

CFT方杖部材を用いた複合ラーメン橋はコスト縮減に効果があることがわかった。今後は、CFT方杖部材の格点構造および中間支点部の剛結部構造の合理化を行い、架設費を含めた総合的なコスト縮減を検討していく。

参考文献

- 1) 「新しい鋼橋の設計」編集委員会:新しい鋼橋の設計, pp. 209-237, 山海堂, 2002. 12
- 2) (社)日本橋梁建設協会:新しい鋼橋の誕生II, pp. 2-3, 2003. 5
- 3) 中村ら:今別府川橋の設計・施工, pp. 2-9, 橋梁と基礎, 2000. 12
- 4) 土木学会:鋼構造物設計指針PART B 合成構造物 [平成9年版], pp. 115-149
- 5) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説II鋼橋編, pp. 124, 平成14年3月

表-2 橋軸方向加震時の結果

(a) 固有周期および応答変位		
	一般的な複合ラーメン橋	CFT方杖部材を用いた複合ラーメン橋
固有周期(s)	1.017	0.957
応答変位(mm)	359	352

(b) CFT方杖部材発生軸力 (符号: 引張+)		
	P1橋脚-A1側部材	P1橋脚-P2側部材
発生軸力(kN) (死荷重時+地震時)/1.5	-11114	-11146
許容軸圧縮力(kN)	-13302	-13302

※応答値は3波形解析の平均値、使用プログラムはDYNA2E Ver7.2.5