

鋼箱桁橋支承部への角形 CFT 補剛材の適用の検討

大阪市立大学院 学生員 ○下津隆介
 大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭宏明, 角掛久雄
 (株)横河ブリッジ 正会員 三浦芳雄

1. はじめに

鋼箱桁橋の支承部上ではダイアフラムの座屈を防ぐために道路橋示方書¹⁾に基づき従来厚板鋼板で構成された複数の補剛材が配置されている。そのため従来の支承部では溶接箇所が多く施工性が低く、狭隘な配置となり雨水やごみの堆積による鋼材腐食などの問題を抱えている。さらに阪神淡路大震災以降、免震機能をそなえたゴム支承が使用され、支持面積が広がり補剛材の断面積、鋼重が大きくなり経済性を高め、改善すべき点が認められる。

本研究では上記のような施工性、維持管理性および経済性の向上を目指し、従来の複数の厚板要素(図-1(a))に代えて、角形 CFT(Concrete Filled Steel Tube:コンクリート充填鋼管)単一柱部材を用いた補剛材(図-1(b))の適用を検討する。

CFT 部材とは鋼管の内部にコンクリートを充填した合成部材であり、鋼とコンクリートの合成作用により、耐荷力と変形性能に優れている²⁾。

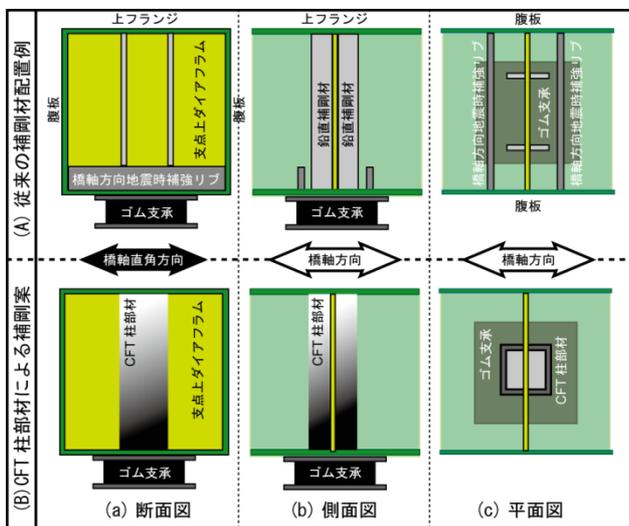


図-1 CFT 単一柱部材を用いた支承部の補剛材案

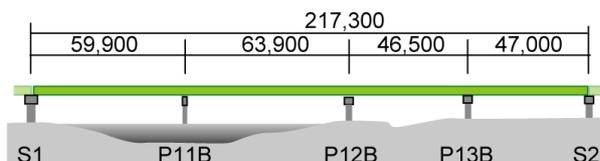


図-2 H 橋の側面図(寸法単位:mm)

図-1 より従来の補剛材に比べ CFT 補剛材にすることによりその構造が単純化されている。このような適用が可能であるか、また適用した場合の得失は何かを試設計を通して明らかにする。試設計は道路橋示方書¹⁾と同じ許容応力度設計法が整えられている日本建築学会のコンクリート充填鋼管構造設計施工指針³⁾による単純累加強度法を用いる。作用は常時：死活荷重による軸圧縮力と地震時：死荷重による軸圧縮力と動的解析により算定されたレベル 2 地震動での橋軸方向水平力による曲げモーメントの二者を考える。

2. 試設計手法

表-1 に示す 2005 年～2015 年に竣工された鋼二主桁桁道路橋を 5 橋にて 23 支承部の設計に用いられた作用に対して CFT 補剛材の試設計を行う。図-2 に H 橋の側面図(寸法単位 : mm)を示す。表-2 に使用材料、表-3 に使用鋼管を示す。

表-1 対象橋梁一覧

橋梁の呼称	H橋	S橋	B橋	W橋	N橋
形式	4径間連続 非合成	3径間連続 非合成	4径間連続 非合成	6径間連続 合成	4径間連続 非合成
橋長[m]	217.3	191	207	430	321.7
最大支間長[m]	63.9	81	70	72	80
最小幅員[m]	15.1	11.5	10.9	12.5	11.9
最大幅員[m]	22.3	-	-	17.5	19.6
床版	合成	合成	合成	合成	鋼床版
同厚[mm]	240	240	230	250	16

表-2 使用材料と許容応力度

	鋼管:STKR490		コンクリート	
		降伏点[N/mm ²]	325	設計基準強度[N/mm ²]
長期	許容応力度[N/mm ²]	216.67	許容圧縮応力度[N/mm ²]	13.33
	安全率	1.5	安全率	3
短期	許容応力度[N/mm ²]	325	許容応力度[N/mm ²]	26.66
	安全率	1	安全率	1.5

※3) 長期は常時、短期は地震時に相当

表-3 制限幅厚比を考慮した使用鋼管の管厚と管幅

No.	鋼管厚t[mm]	鋼管幅B[mm]	幅厚比(B/t<61) ³⁾
1	12	700	58.3
2	12	600	50.0
3	12	500	41.7
4	12	400	33.3
5	12	300	25.0
6	9	500	55.6
7	9	400	44.4
8	9	300	33.3
9	9	200	22.2
10	8	400	50.0
11	8	300	37.5
12	8	200	25.0
13	6	300	50.0
14	6	200	33.3
15	4.8	200	41.7

キーワード 補剛材, 鋼箱桁橋, コンクリート充填鋼管柱, 試設計

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2723

3. 試設計例 (角形鋼管)

H橋(図-2)の各支点部の試設計結果を例示する。まず、図-3に示す地震時の作用がM-N相関関係の安全側にあるのはP11BG1, P11BG2, S1, S2の4支点である。一方、P12B, P13Bは危険側となり、図-4のように管厚を増して再設計すると安全側となる。このようにして地震時照査を満たした鋼管を使用して次にそれぞれの各支点部に対して常時の照査を行う。

常時の各支点部作用と常時のCFT許容軸耐力との関係を図-5に示す。常時の照査で安全側の支点部はS1, P12B, P13B, S2である。常時の照査を満足しない支点(P11BG1, P11BG2)は道路橋示方書²⁾の設計法に従って、鋼管幅のダイアフラム本体の許容軸圧縮力：図-5紫色部を加算する。その結果、同図よりP11BG1だけは常時軸力が不足している。そのため、鋼管幅と鋼管径を鋼重が最小になるように考慮しながら変更することとする。このような試行を経て最終的に決定した鋼管厚、鋼管径の組み合わせを表-4に示す。他の4橋梁についても同様の手順で最適な鋼管幅と鋼管厚を決定する。

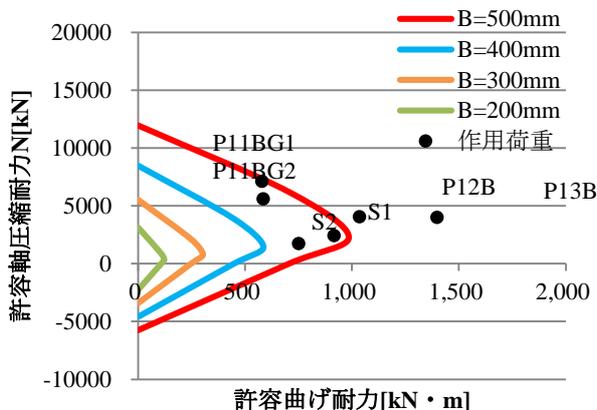


図-3 M-N 相関関係と地震時作用 (鋼管厚 9mm)

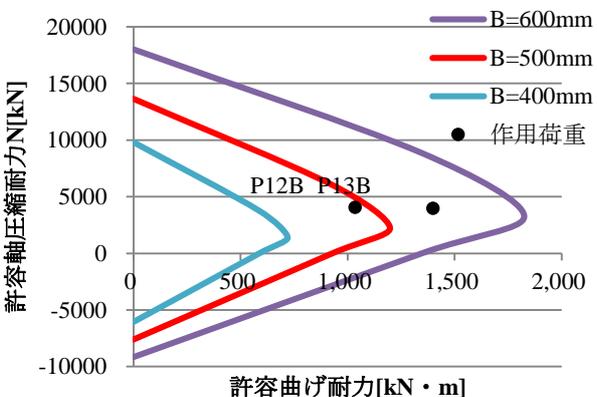


図-4 M-N 相関関係と地震時作用 (鋼管厚 12mm)

4. 考察

得られた試設計結果より各5橋梁についてその経済性指標として使用鋼重に注目する。図-6より全ての橋梁で鋼重が削減されている。CFT補剛材の使用により補剛材自身の重量は増加するが表-5に示すように死荷重に対してその増加量は1%に満たない。

5. まとめ

従来の厚板で構成された補剛材の代わりにCFT補剛材を用いることで経済性が向上することが試算できた。また、自重の増分は施工性には影響しないといえる。実際の橋梁の支点に対してCFT補剛材を使用するには施工性(ダイアフラムへの溶接性、コンクリートの充填性等)についても検討する必要がある。

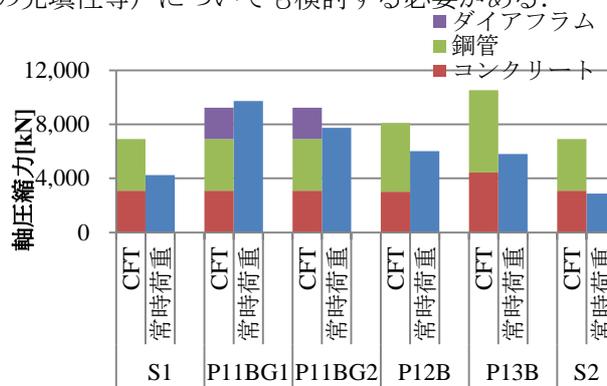


図-5 CFT 許容軸圧縮力と常時作用

表-4 試設計結果

支点部名称	鋼管幅[mm]	鋼管厚[mm]
S1	500	9
P11BG1	500	12
P11BG2	500	9
P12B	500	12
P13B	600	12
S2	500	9

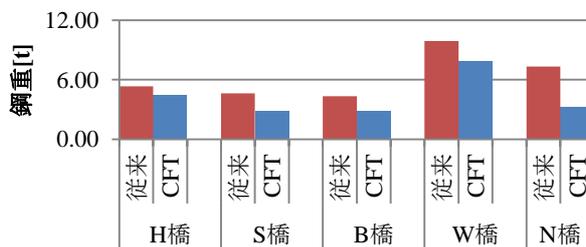


図-6 橋梁別鋼重比較

表-5 橋梁別 CFT 補剛材の自重増分

橋梁の呼称	H橋	S橋	B橋	W橋	N橋
死荷重:D[kN]	37266	37036	32241	106032	24057
増加量:Δ D[kN]	142.2	69.1	78.6	289.6	65.2
割合:Δ D/D	0.004	0.002	0.002	0.003	0.003

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編，2012。
- 2) 松井千秋：建築学構造シリーズ建築合成構造，オーム社，2004
- 3) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針，2008