

第 I 部門 鋼箱桁橋支承部への CFT 補剛材の適用の検討

大阪市立大学 学生員 ○下津隆介 大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭宏明
 大阪市立大学大学院 正会員 角掛久雄 株式会社横河ブリッジ 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⁾に基づき厚板材で構成された複数の補剛材が配置されている。従来の支点部では複雑な補剛材配置のため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含め、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に代えて、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を主に新設橋梁を対象にその開発を検討する。

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⁾。

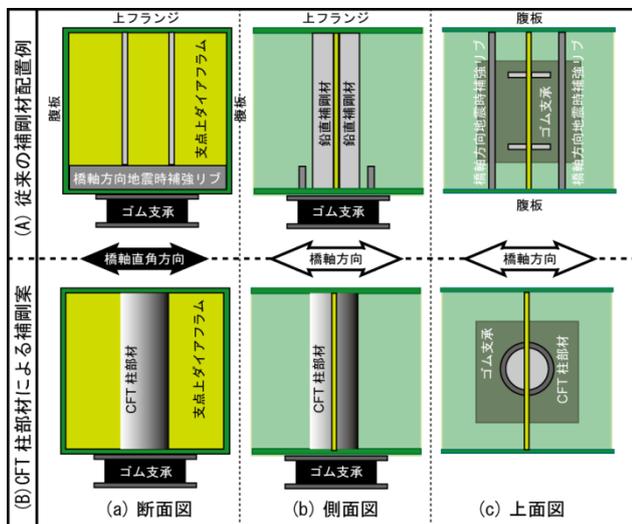


図-1 CFT 単一柱部材を用いた支承部の補剛材案

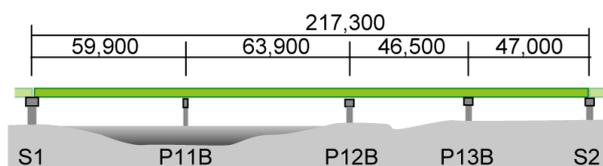


図-2 H 橋の側面図

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。ここで CFT の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箱桁道路橋を 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 に使用鋼管を例示する。

表-1 対象橋梁一覧

橋梁の呼称	H	S	B	W	N
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:STK490		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 制限径厚比を考慮した使用鋼管の径厚と外径

鋼管厚 [mm]	鋼管径[mm]	径厚比	制限径厚比 ³⁾
4.8	500	104	108
6	500	83	108
6	600	100	108
8	500	62.5	108
8	600	75	108
8	700	87.5	108
8	800	100	108

3. 試設計例（円形鋼管）

鋼管厚 6mm の円形鋼管を用いた場合の H 橋(図-3)の各支点部の試設計結果を例示する。図-4 に示す地震時の作用荷重が M-N 相関関係の安全側に位置するのは P11BG2 と S2 の 2 支点であった。次に S2 支点に対して常時の照査を例示する。図-5 で S2 支点では常時荷重よりも CFT 許容軸圧縮力が大きく安全といえる。

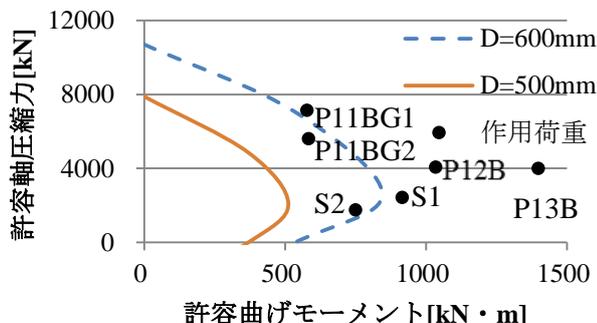


図-4 M-N 相関関係と地震時作用（鋼管厚 6mm）

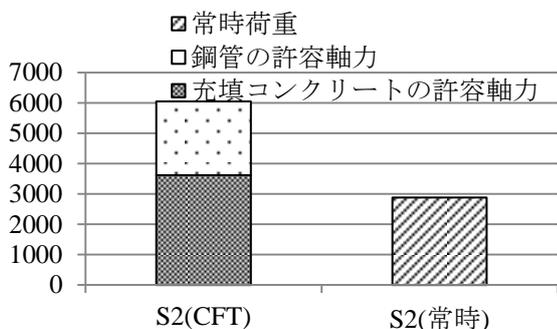


図-5 許容軸圧縮力と常時作用

4. 考察

得られた試設計結果より各 5 橋梁について総括する。

(1) 経済性

鋼橋では一般的に経済性の指標として鋼重を用いている。そのため今回も経済性の指標として鋼重を用いる。図-6 より全ての橋梁で鋼重が削減されている。

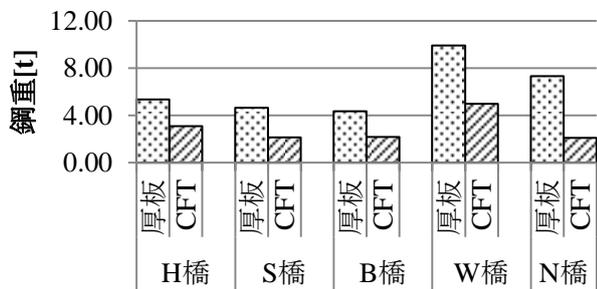


図-6 鋼重比較

(2) 施工性

図-7 の矢印、赤線部に示す従来の補剛材の総溶接線長と CFT 単一柱部材の総溶接線長を比較する。図-8 より全ての橋梁で溶接線長が削減されている。

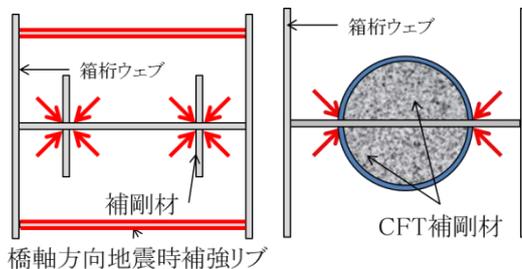


図-7 溶接線

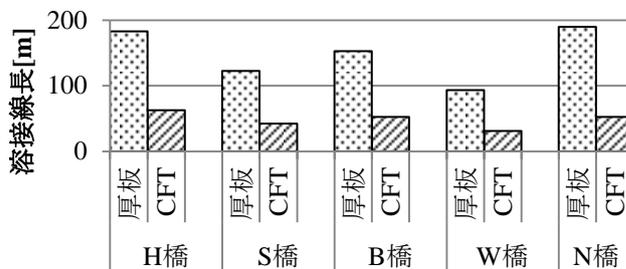


図-8 溶接線長比較

(3) 維持管理性

維持管理性の指標として図-9 赤線部に示すように従来の補剛材の単位高さあたりの表面積と CFT 単一柱部材の単位高さあたりの表面積を用いる。補剛材、ダイアフラムの表面積が小さくなることで鋼材が空気に触れる面積が小さくなり腐食しにくくなると考えた。図-10 より全ての橋梁で単位高さあたりの表面積が減少している。

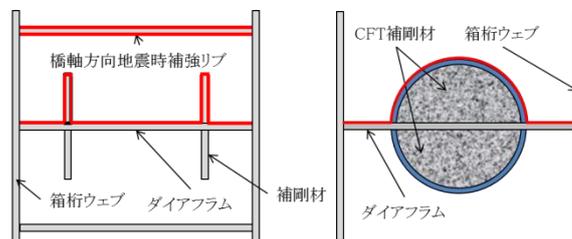


図-9 単位高さあたりの表面積

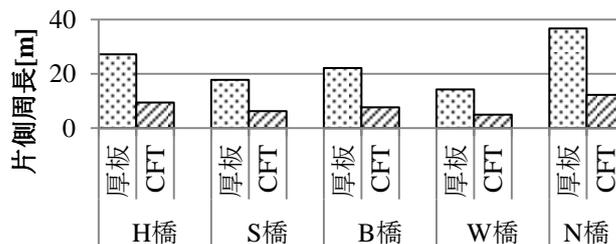


図-10 単位高さあたりの表面積比較

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、施工性、維持管理性が向上することが試算できた。ダイアフラムへの溶接性、コンクリートの充填性については別途検討する。

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