

第 I 部門

鋼箱桁橋支承部ダイアフラムへの CFT 補剛材に関する数値解析的研究

大阪市立大学
株式会社横河ブリッジ

学生員 ○牧野 修幸
正会員 三浦 芳雄

大阪市立大学大学院
大阪市立大学大学院
大阪市立大学大学院

正会員 鬼頭 宏明
学生員 下津 隆介
正会員 角掛 久雄

1. はじめに

現在、鋼箱桁橋支承部において、ダイアフラムが支承からの反力により座屈するのを防止するために、道路橋示方書¹⁾に基づく許容応力度設計により、複数の厚肉鋼板から成る補剛材が配置されている(図-1 (A))。この補剛材配置には、経済性や施工性、維持管理性等いくつか改善すべき点が挙げられている。

これに対し、著者らは力学的特性と施工性に優れ、簡潔な輪郭形状を有する CFT: Concrete Filled steel Tube すなわちコンクリート充填鋼管²⁾をその代替として活用すること(図-1 (B))を考え、CFT の許容耐力に基づく試設計から鋼重低減、溶接線短縮、維持管理上好ましくない狭隘な空間の解消などの優位性を示した³⁾。ここでは、三次元材料非線形有限要素解析⁴⁾により、更なる検討を加える。

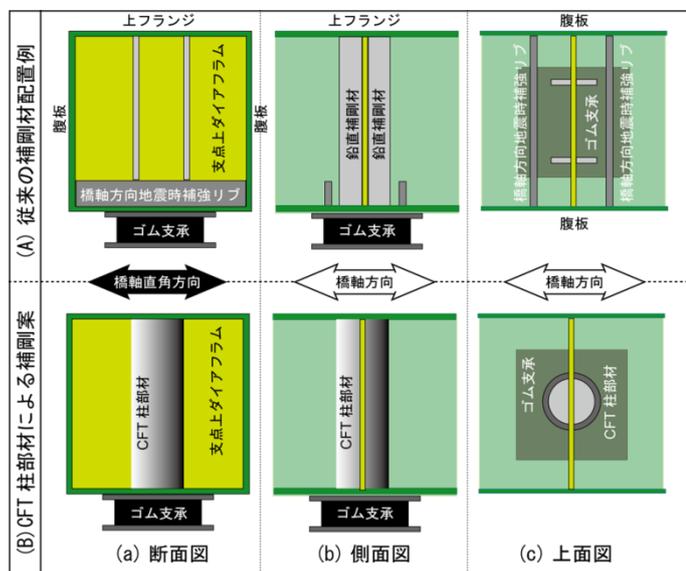


図-1 補剛材配置

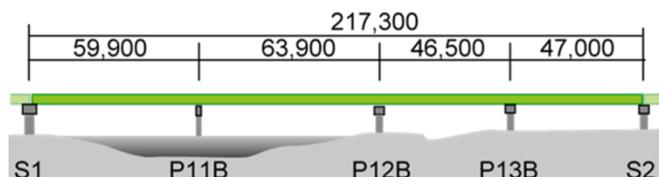
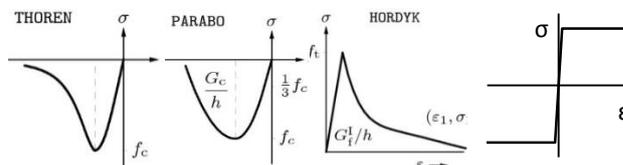


図-2 対象橋梁側面図

2. 数値解析手法

本解析では鋼 2 主箱桁橋の 1 支承部を対象とし解析を実施する(図-2)。また、対象とする作用は、常時を想定し、CFT 補剛材の軸中心に圧縮力が作用する場合を考える。まず CFT 補剛材を単体の CFT 柱として非線形解析を行ない(図-3, 4 (a))、理論値や設計用耐力算定値との比較より、数値解析手法の妥当性を検討する。そして、鋼箱桁橋の設計例を参照し、図-4 (b) のようにダイアフラムとウェブ、フランジを加え、実際の橋梁に近いモデルにて解析を実施する。解析モデルの構築にて、充填コンクリート部はソリッド要素、鋼管は曲面シェル要素を用いた。また充填コンクリートと鋼管の界面は、剛結とすべりを考慮したモデルの 2 種類を考慮する。



(1) 圧縮 1 (2) 圧縮 2 (3) 引張
(a) 充填コンクリート (b) 鋼管

図-3 材料構成則(応力-ひずみ関係)⁴⁾

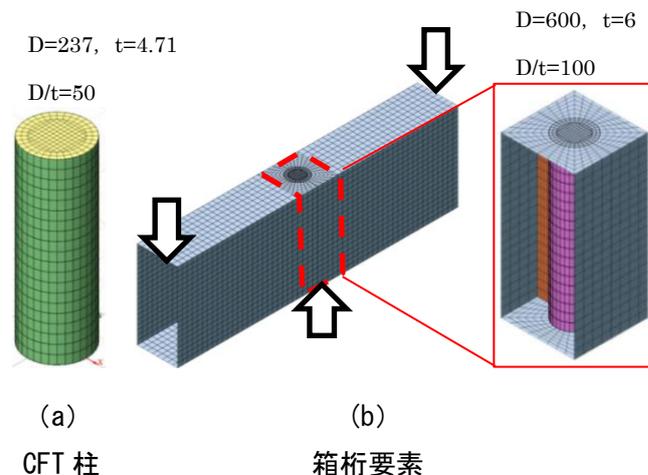


図-4 解析モデル(矢印: 加力)

表-1 材料定数
(単位：MPa, ポアソン比除く)

軸方向解析		箱桁要素解析	
充填コンクリート		充填コンクリート	
圧縮強度	41	圧縮強度	40
ポアソン比	0.2	ポアソン比	0.2
弾性係数	32,200	弾性係数	32,200
鋼管		鋼材(鋼管, ウェブ, フランジ)	
降伏応力	284	降伏応力	325
引張応力	449	ポアソン比	0.3
ポアソン比	0.3	弾性係数	205,000
弾性係数	205,000	ダイアフラム	
		降伏応力	355
		ポアソン比	0.3
		弾性係数	205,000

3. 数値解析結果

充填コンクリート部分で行った軸方向・水平方向それぞれの弾性解析の結果により、要素分割方式を定めた上で中心圧縮を受けるCFT短柱(図4-(a))の解析を行った。得られた軸力-軸方向ひずみ関係を図-5に示す。縦軸には解析により得られた軸力(N)を充填コンクリートと鋼管の軸耐力を単純累加して求めた単純累加耐力²⁾(N_0)で割った軸力比を、一方、横軸には得られた軸方向変位をモデル長で除した平均軸方向ひずみを示す。解析値として4本示す。それぞれ充填コンクリートと鋼管の界面を剛結としたものと、滑りを考慮したモデルで分け、更に充填コンクリートの構成則に圧縮1、圧縮2(図-3(a))を用いたもので分類している。得られた初期剛性と理論値が一致したことと、最大軸力が鋼管の拘束効果を考慮した算定耐力値にほぼ一致することより本解析の妥当性を確認した。

箱桁要素(図4-(b))での解析より得られた荷重-変位関係を図-6に示す。参照値として、対象とした支承部(図-2, P12B)の常時の設計作用荷重(6010kN)、CFT部材での許容耐力²⁾および全塑性耐力²⁾を併記した。縦軸には、解析値を対象支承部の設計作用荷重で除して無次元した比を示す。得られた解析結果は、設計作用荷重とCFTの許容耐力、全塑性耐力を大きく上回った。これは解析モデルにCFT部材以外のダイアフラムやウェブ、フランジといった周辺部材が存在するため、それら周辺部材に荷重が伝達され、CFT部材の軸耐力が上昇したと考えられる。この結果より、CFTを鋼箱桁橋支承部ダイアフラムの補剛材としたとき、軸耐力に関しては十分な補剛効果が得られると言える。

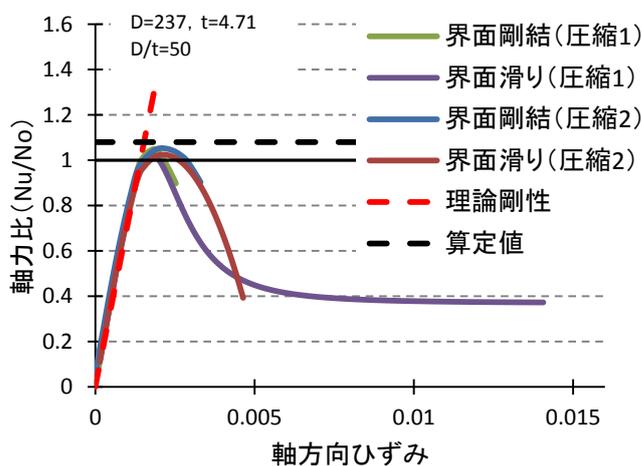


図-5 軸方向解析結果

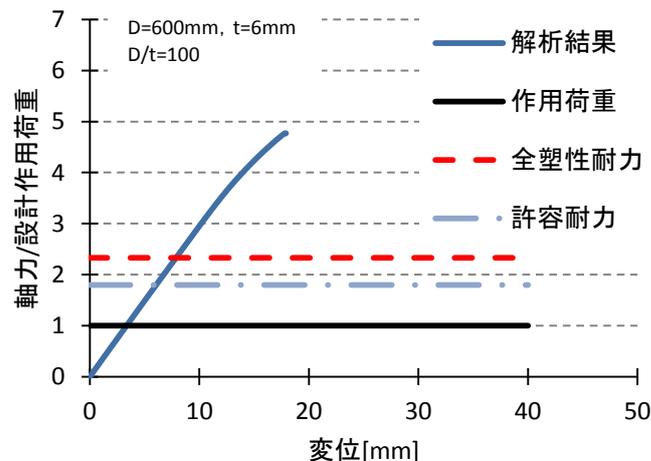


図-6 箱桁要素解析結果(軸耐力)

4. まとめと今後の課題

CFT短柱の解析では初期剛性の一致や、最大耐力の結果より解析の妥当性が確認できた。また、箱桁要素の解析では、ダイアフラムなどの周辺部材に荷重が伝達するため、CFTの軸耐力が上昇したことが確認できた。このことより、補剛材をCFT部材に代替すると、軸耐力での補剛効果は十分に得られたといえる。今後は軸圧縮と同時に、水平方向の曲げ荷重を導入したモデルでの解析や、箱桁要素の解析モデルをダイアフラム近傍から橋梁支間に拡張したモデルでの解析も実施する予定である。

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) 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. 3) 下津ら：鋼箱桁橋支承部へのCFT補剛材の適用の検討, 土木学会関西支部年次講演会概要集, I-25, 2016. 4) DIANA マニュアル ver10.0, 2016