

大阪大学

大阪大学

大阪大学

IHI インフラシステム

IHI インフラシステム

学生会員

学生会員 (研究当時)

正会員

正会員

正会員

○右藤 碧

村林 弘太郎

廣畑 幹人

伊藤 隼

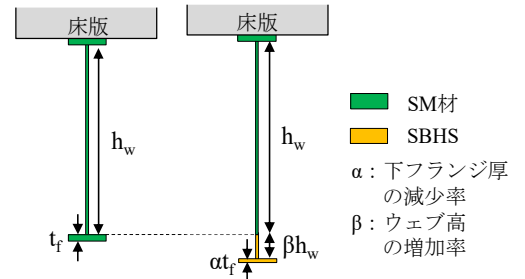
岡田 誠司

1. はじめに

2017年の道路橋示方書の改定により、多様な構造や新材料の導入が促進されるようになったことで、橋梁用高降伏点鋼板 (SBHS) が近年注目を集めている。SBHSは従来の鋼材と比較して降伏点が高く、溶接性や加工性に優れており、その普及拡大が期待されている。既往研究では、SBHSの性能を活かしつつ、コストを抑えた合理的な設計手法を確立することを念頭に、普通鋼と高強度鋼を組み合わせた異種鋼材の複合構造 (図-1) を提案した¹⁾。SBHSで構成される逆T字形部材を下部に配置し、寸法のパラメータである α と β により、下フランジ厚の減少、ウェブ高の増加を図る。これにより、基準桁と比べて、桁の曲げ強度および曲げ剛性の向上、桁の軽量化を実現させるものである。また、このような力学的性能を向上させる高強度鋼の部材寸法条件を明らかにした (図-2)。しかしながら、既往研究では、ウェブ高が増加する傾向にある構造に対し、水平補剛材の数や配置を固定して検討を行ってきた。そのため、本研究では提案された構造に対し、水平補剛材の数や配置を変化させた場合の桁の曲げ挙動について解析的検討を行う。

2. 検討方法

本研究では水平補剛材の条件が異なる3つのモデルを用いる (図-3)。各モデルを Model 1a, Model 1b, Model 2 とし、それぞれの水平補剛材の数、配置を表-1に示す。Model 1aとModel 2における水平補剛材の位置はともに道路橋示方書の規定に基づいたものである。また、検討モデル (Model 1a) の概要を図-4に示す。普通鋼を SM490、高強度鋼を SBHS500 とする。水平補剛材の配置以外の条件は Model 1b, Model 2 とともに図-4と同様である。また、解析で用いる高強度鋼の寸法として、すべての Model において、力学的性能を向上させる高強度鋼の部材寸



<基準桁> <異種鋼材桁>

図-1 基準桁と異種鋼材桁の断面図

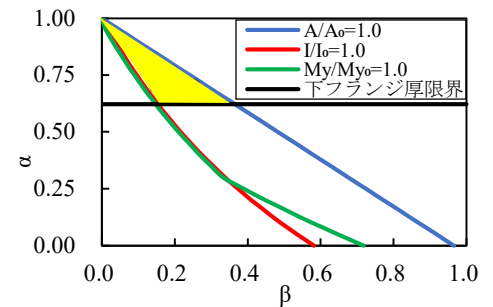
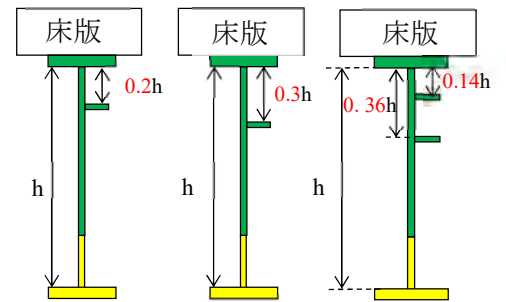


図-2 高強度鋼の部材寸法条件



<Model 1a> <Model 1b> <Model 2>

図-3 各 Model の概要

表-1 各 Model の水平補剛材配置

モデル	数	配置
Model 1a	1列	ウェブ高の0.2倍
Model 1b	1列	ウェブ高の0.3倍
Model 2	2列	ウェブ高の0.14倍, 0.36倍

(上フランジ下端からの距離)

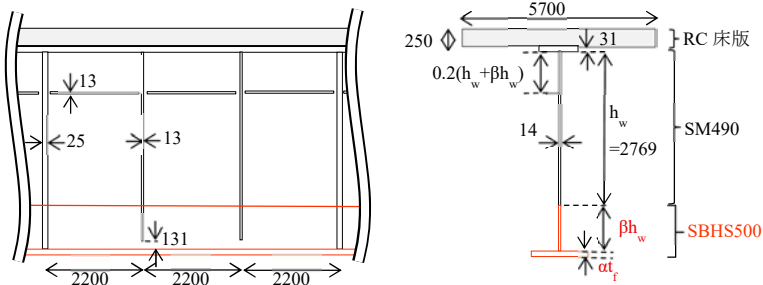


図-4 Model 1a の詳細寸法図

法条件を満たす $\alpha=0.7, \beta=0.20$ を用いる。鋼桁を構成する各種鋼材および RC 床版の機械的性質を表-2 に示す。今回のモデルは合成桁を想定しており、床版は橋軸方向および橋軸直角方向に完全剛結とした。

3. 解析結果

図-5 は 3 つのモデルにおける荷重-たわみ曲線を示したものである。水平補剛材の数、配置を変化させても荷重-たわみ曲線にほとんど変化がないことが分かる。よって、水平補剛材の数、配置を変化させても桁の曲げ挙動に及ぼす影響は小さいといえる。

図-6 は弾性域における桁支間中央の面外変形を示したものである。Model 2 の面外変形量が最も小さいことがわかる。また、Model 1a に比べ、Model 1b では面外変形量を抑制することができている。Model 2 との面外変形量の差の最大値も約 2mm と小さく、面外変形に対する抵抗に大きな差がないことがわかる。よって、水平補剛材が 1 列の場合でも配置を変化させることで、2 列の場合と同程度の性能を持つといえる。

4. 経済性比較

基準桁 (Model N) と異種鋼材桁において、水平補剛材が 1 列と 2 列の場合のモデルを用い、計 4 つのモデルの製造コストを算出する。総コストは鋼材費、製作費、その他の費用の合計で求める。図-7 は 4 つのモデルにおける総コストとその内訳を示したものである。鋼材費に着目すると、基準桁と異種鋼材桁の間でほとんど差がないことがわかる。これは、異種鋼材桁における下フランジ厚低減の影響で、構造の利点を反映できた結果と考えられる。一方で、基準桁と異種鋼材桁の間の総コストは約 1.3 倍増加している。また、コスト差のほとんどが製作費とその他費用 (間接労務費や工場管理費) によるものであることから、異種鋼材を接合する際の突合せ溶接による溶接費用と工数の増加の影響が大きいと考えられる。異種鋼材桁間の比較では、製作費とその他の費用がやや増加する傾向が見られたが、その影響は総コストに対しては小さく、水平補剛材の数が増えることによる影響は小さいことがわかった。

5. まとめ

- (1) 荷重-たわみ曲線の傾向より、水平補剛材の配置と数が桁の曲げ挙動に及ぼす影響は小さいことが確認できた。
- (2) 水平補剛材が 1 列の場合でも、その配置を変化させることで、2 列の場合と同程度の面外変形に対する抵抗を持つことが明らかになった。
- (3) 異種鋼材桁に要する総コストは基準桁の約 1.3 倍であり、コスト差のほとんどが製作費とその他の費用 (間接労務費や工場管理費) であった。すなわち、ウェブで異種鋼材を接合する突合せ溶接による影響が大きいことが明らかになった。
- (4) 水平補剛材の数によりコストはやや変化するが、総コストへの影響は小さいことがわかった。

参考文献

1) 村林弘太郎, 廣畑幹人: SBHS を断面下部に配置した鋼 I 桁の曲げ挙動に関する基礎的検討, 鋼構造年次論文報告集, Vol.31, pp. 436-443, 2023.

表-2 各種鋼材, RC 床版の機械的性質

	RC 床版	鋼桁	
	コンクリート	SM490	SBHS500
ポアソン比	0.2	0.3	
弾性係数 (kN/mm ²)	25	205	
降伏強度 (N/mm ²)	なし (弾性体)	402	535
引張強度 (N/mm ²)		564	657

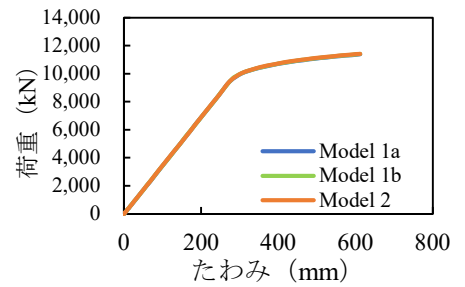


図-5 荷重-たわみ曲線

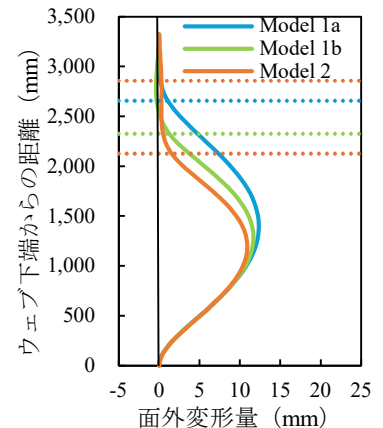


図-6 弾性域の面外変形

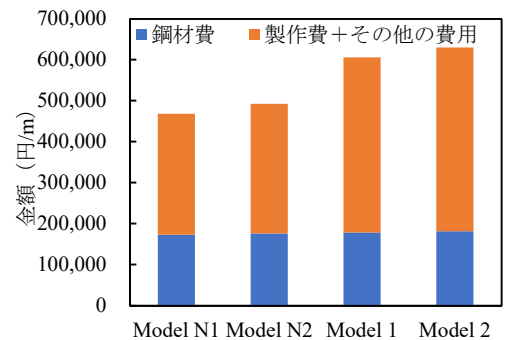


図-7 検討モデルの総コストとその内訳