

少数主桁橋への高強度鋼の適用による鋼重低減効果

川崎製鉄(株) 正会員 高須賀丈広 正会員 上村明弘
 新日本製鉄(株) 正会員 安波博道 日本鋼管(株) 正会員 岡田 淳
 住友金属工業(株) 正会員 遠山義久 (株)神戸製鋼所 塩飽豊明

1. はじめに

近年、鋼橋における建設コスト縮減を実現するため最小重量設計から合理化設計へと設計手法が変化したことに伴い、合理化構造の定着とともに少数主桁橋等の新しい橋梁形式の適用例が増加傾向にある。また、鋼橋の重要な要素技術である鋼材技術についても橋梁用鋼材の高性能化の進展は目覚しく、複合的な性能を有する新たな鋼材の開発も盛んに行われている。こうした中、鋼橋の設計思想が性能規定化へと移行することとなりさらなる合理性や経済性を追求する動きが加速されることも予想され、鋼材においても高強度鋼の適用範囲が拡大する可能性が生じてきた。そこで、高強度鋼の利用が橋梁上部構造の断面構成に与える影響を定量的に把握することは重要であると考え、鋼材の強度特性（鋼重、許容応力度）をパラメータとする試設計に基づき鋼重低減効果を評価することを試みた。

本文は、上述のうち鋼橋の試設計に基づく許容応力度と鋼材重量の関係を中心として概説するものである。

2. 試設計の条件

(1) 構造解析対象

試設計にあたっての構造解析モデルは3径間連続PC床版合成2主桁橋を対象とし、格子構造解析による許容応力度設計法により断面を決定した。なお、断面の選定にあたっては合理化構造としてフランジ幅は橋長に亘って一定とし、また桁高については今回の検討が鋼材の強度特性と鋼重の関係における傾向を把握することが目的であることから、輸送条件等を考慮のうえ3mと一定値を採用することとした。

CASE No.	単位	CASE 1-1	CASE 1-2	CASE 2-1	CASE 2-2
上部構造形式		3径間連続合成鉄桁 (PC床版)			
支間長	m	65 + 80 + 65		80 + 100 + 80	
床版厚	cm	32.00			
有効幅員	m	10.00			
使用鋼種		SM 570	HT 690	SM 570	HT 780

図 1 構造解析モデルの諸元と検討ケース

(2) 検討ケース

検討は2段階に分け、ステップ1として鋼重と支間長をパラメータとする試設計を行い、次にステップ2として、その結果を基に鋼材の許容応力度を変化させた場合の鋼重を推定するものとした。

(3) ステップ1

試設計の検討ケースは図 1 に示すとおり、使用鋼重と支間長の組み合わせによる4ケースを対象とした。各ケースにおける使用鋼種の選定はSM570, HT690, HT780の3種類とし、許容応力度については現行の道路橋示方書と本州四国連絡橋公団の上部構造設計基準・同解説によるものとした。

(4) ステップ2

ステップ2において設定する許容応力度を表 1 に試案として示す。SM570 以上の高強度鋼は降伏比に応じてその安全率を大きくすることが従来より考えられているが、保証引張強さに対する安全率は2.05~2.06と十分確保されている¹⁾という観点より、本試案は、普通鋼と同じく許容応力度の耐力に対する安全率を一律1.70として設定したものである。

キーワード：高強度鋼、鋼橋、少数主桁橋、経済性、許容応力度

連絡先：川崎製鉄(株) 橋梁・鉄構事業部 橋梁・鋼構造技術部

〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島1番地 TEL：0794-37-0800 FAX：0794-35-5656

3. 検討結果

(1) 許容応力度倍率と鋼重低減率

試設計において適用した鋼材の許容応力度の比率と鋼重低減率の関係を図 2 に示す。より高強度な鋼材を使用した CASE1-2 および CASE2-2 において鋼重の低減効果は少なからずあり、SM570 を使用した場合と比較してその比率は 0.80, 0.60 である。

一方、建設コストの比較においては上述と同様に SM570 を使用した場合と比較して CASE1-2 では 0.99, CASE2-2 では 0.88 であり、鋼材の高強度化が鋼重の低減効果より鈍化傾向にあるとの結果を得た。これは高強度鋼の強度あたりコストパフォーマンスが大きな要因となっており、鋼橋の競争力向上にあたっての課題と言えよう。

(2) 試案における鋼重の推定

各ケースの解析より得られた鋼重と使用鋼材の許容応力度の関係は、図 3 に示すとおりである。許容応力度の耐力に対する安全率を 1.70 とした場合、例えば HT690 においては許容応力度が 11%増加することとなるが、上記の関係より鋼重の低減率が約 10%程度向上するものと推定される。

(3) 活荷重たわみ

使用性上の課題となる活荷重たわみについては、CASE2-2 における最大支間長 100m の場合においても支間長に対して最大 1/581 以下であり、高強度鋼材の適用が支障とはならないことを確認した。

4. まとめ

高性能鋼材のフィージビリティスタディを行うべく、3 径間連続 PC 床版合成 2 主鈹桁橋に高強度鋼を適用した場合の鋼重低減効果について、解析結果を基に報告した。本検討において得られた成果は次の通りである。

- (1) HT690、HT780 を使用した場合、SM570 を使用したケースに対する鋼重の低減率は、支間長が 65+85+65m において 0.80、また 80+100+80m において 0.60 となり、相応の低減効果があることが判明した。
- (2) 許容応力度と鋼重低減率の関係より、高強度鋼の耐力に対する許容応力度の安全率を 1.70 とした場合、HT690 を適用した支間 80m の例においては約 10%の鋼重低減効果が見込まれる。
- (3) 鋼材の高強度化による建設コスト縮減効果は鋼重の低減率に比較して小さく、鋼橋の競争力を向上させるためには強度当たりのコストパフォーマンスに優れた鋼材の開発が鍵となる。

以上より、高強度鋼適用により疲労²⁾や補剛設計手法に関する課題があることを認識しつつ、限界状態設計法の導入に向けて試設計での設定条件における妥当性の検証を行うことが重要と思われる。なお本検討は(社)日本鉄鋼連盟・橋梁研究会・設計基準ワーキングの活動の一環として実施したものである。

【参考文献】 1) 土木学会編：鋼構造物の終局強度と設計，土木学会，PP41-52，1994

2) 小西拓洋，高橋和也，三木千寿：高強度鋼の適用による鋼橋の合理化設計の可能性，土木学会論文集 No.654，PP91-103，2000

表 - 1 許容応力度と安全率

鋼種	σ_y (N/mm ²)	σ_B (N/mm ²)	現行設計基準			試案		割増し率 $\sigma_{ta,c} / \sigma_{ta}$
			σ_{ta} (N/mm ²)	σ_y / σ_{ta}	σ_B / σ_{ta}	$\sigma_{ta,c}$ (N/mm ²)	$\sigma_y / \sigma_{ta,c}$	
SM570	450	570	255	1.76	2.24	265	1.70	1.04
HT690	590	690	314	1.88	2.20	347	1.70	1.11
HT780	685	780	353	1.94	2.21	403	1.70	1.14

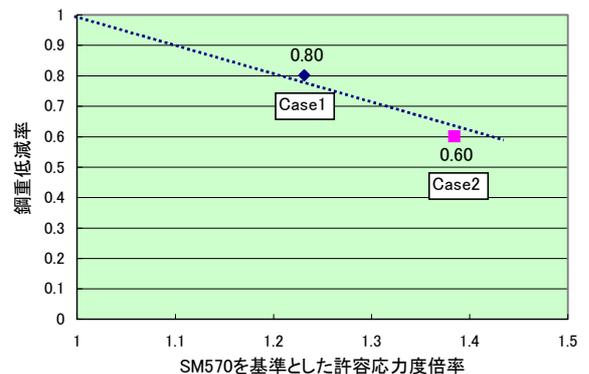


図 2 許容応力度倍率と鋼重低減率の関係

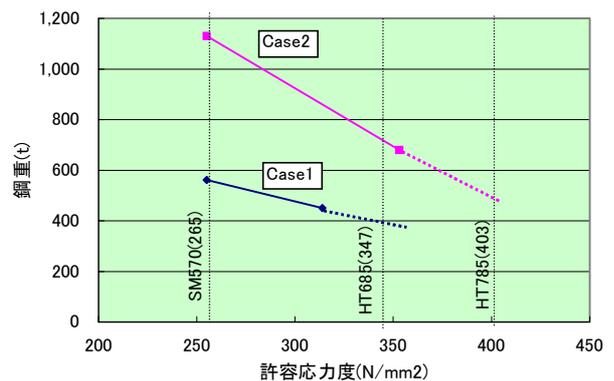


図 3 許容応力度と鋼重の関係