

古い年代に建設された鋼 I 桁橋の疲労耐久性に関する検討

(独) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 正会員 ○澤田 守
 (独) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 正会員 村越 潤

1. はじめに

高度経済成長期に建設された膨大な道路橋ストックが高齢化していく中で、鋼橋においては、主部材の疲労き裂の発生が懸念される事例が報告されている。本稿では、平成 14 年の疲労設計導入前に建設された鋼道路橋の疲労耐久性を把握するため、古い年代に建設された鋼 I 桁橋を対象として建設当時の適用基準および標準設計図集等を基に再現設計を行い、鋼道路橋の疲労設計指針¹⁾に基づく疲労照査(応力度による照査が可能な溶接継手を対象)を行うとともに、建設年次、支間長の違いによる疲労照査用活荷重による応力範囲及び疲労損傷度の傾向について分析した結果を報告する。

2. 検討対象橋梁

表-1 に検討対象とした橋梁を示す。昭和 39 年道示の支間長 40m の単純桁を基本ケースとして適用基準、支間長の条件の異なるケースを選定した。適用基準に関しては、溶接接合の導入された昭和 30 年代以降で、疲労照査用活荷重に影響を与える構造上の変化(床版規定の改訂に伴う死荷重等の変化、鋼種・鋼材許容応力度の変化、省力化に伴う鋼道路橋設計ガイドライン(案)²⁾の適用)が想定された昭和 39 年、昭和 55 年、平成 14 年道示(以下、S39、S55、H14 道示)とした。表-2 に基本ケースである単純合成 I 桁橋について、関連する主な設計条件を示す。線形条件は直橋(斜角 90 度)とした。幅員構成及び桁配置は、橋梁部における幅員構成と標準的桁配置を参考に図-1 の通りとした。なお、桁高は、標準的な桁高/支間長の範囲を踏まえて 1/20 を基本とした。横桁および横構ガセット継手の高さは全ケースで下フランジ下面から 270mm とした。

表-1 検討対象とした橋梁ケース

形式・幅員・支間	単純合成 I 桁			
	有効幅員 9.5m			
適用基準	支間 25m	支間 30m	支間 40m	支間 50m
S39 道示	SC25 (S39)	SC30 (S39)	SC40 (S39)	SC50 (S39)
S55 道示	-	-	SC40 (S55)	-
H14 道示	-	-	SC40 (H14)	-

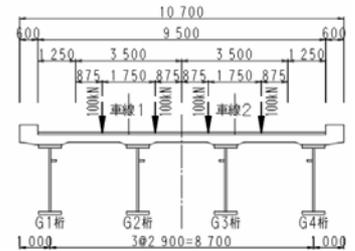


図-1 対象橋梁の断面図

表-2 主な設計条件

設計条件		設計基準	S39 道示	S55 道示	H14 道示
設計	活荷重			TL-20	B活荷重
	鋼道路橋の疲労設計指針			-	適用※
床版	鋼道路橋設計ガイドライン(案)			-	適用
	設計床版厚		180mm	230mm	250mm
たわみの許容値	床版重量		4.5kN/m ²	5.8kN/m ²	6.1kN/m ²
			L/500m	L ² /20,000m	
許容応力度	鋼種		SS400, SM490	SS400, SM490Y	
			190kN/mm ²	190kN/mm ²	
			-	210N/mm ²	
桁高/支間長			1/20 (支間 25m: 桁高 1.25m ~ 支間 50m: 桁高 2.5m)		

※設計条件として日大型車交通量(台/車線)を2000台とした(結果的に照査を満足しない継手はなし)

3. 疲労照査結果

図-2 に、各橋梁において格子解析を行い得られた内桁及び外桁支間中央下フランジの設計死・活荷重応力度と疲労照査に用いる最大応力範囲(以下、応力範囲)について整理した結果を示す。図中の括弧内は、許容応力度に対する比率である。ここで、応力範囲とは、疲労設計荷重に対する最大応力に活荷重補正係数、衝撃の影響、

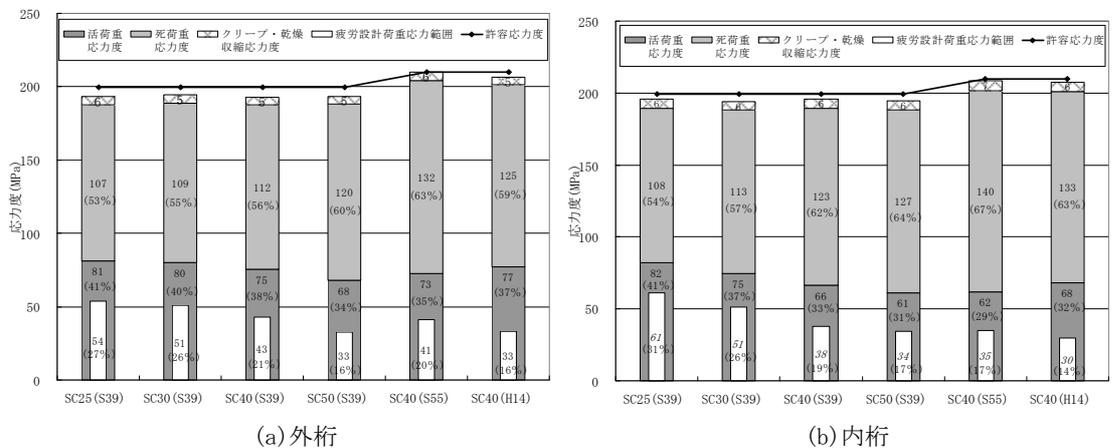


図-2 支間中央下フランジの設計死・活荷重応力度と疲労照査設計荷重応力範囲

キーワード 既設橋, 維持管理, 疲労耐久性, 疲労照査

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

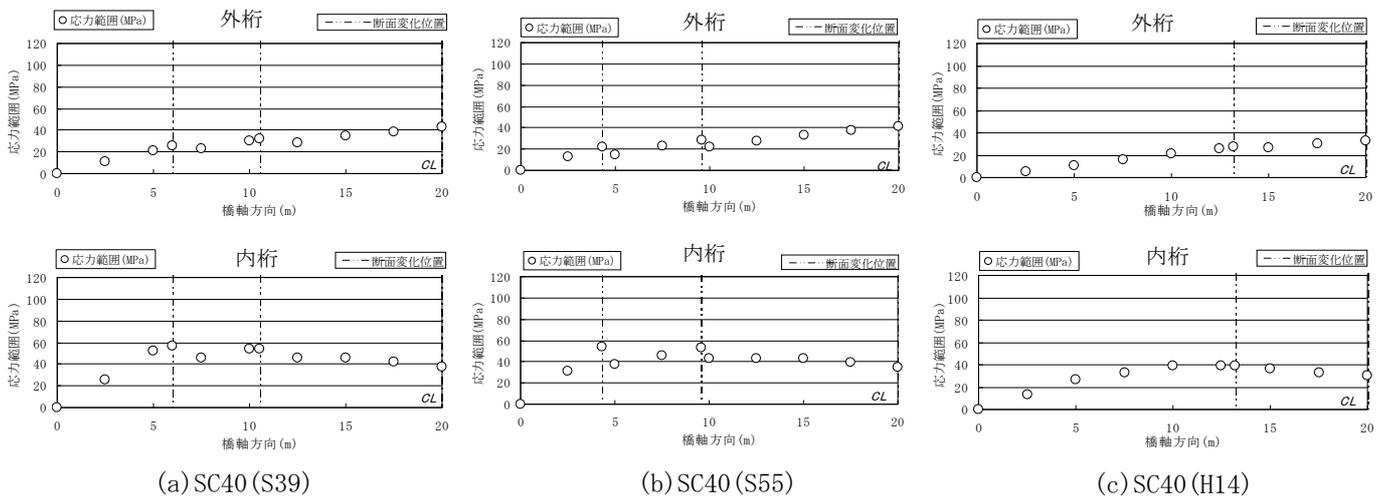


図-3 下フランジにおける疲労設計荷重応力範囲の橋軸方向分布

構造解析係数 (0.8) を考慮した値である。支間長 40m の場合について、適用基準に着目すると、応力範囲は H14 道示で最も小さい。適用基準を S39 道示とした場合、支間が短くなるほど設計活荷重応力比率が大きくなり、応力範囲も大きくなる。応力範囲は、適用基準の違いに比べ、支間長の差のほうが相対的に大きい傾向が見られた。

図-3 に疲労設計活荷重に対する下フランジの応力範囲の橋軸方向分布を示す。プロットした点は、横桁および横構位置 (内桁と外桁のどちらか一方の場合でも、反対側の桁にあるものと仮定) と、断面変化位置 (応力的に厳しい側) を抽出している。外桁は、支間中央で最大となっているが、内桁では、支間中央以外で最大となった。

図-4 に、各橋梁の疲労照査部位について、応力範囲が一定振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界を超えた部位、すなわち累積損傷度を考慮した照査が必要になる部位についてのみ累積損傷度を示す。ここでは、既設橋を想定して 50 年の供用、日大型車交通量 2,000 台/車線とした。図中には、断面変化位置にガセット溶接部があると仮定した場合の累積損傷度も示す。累積損傷度が 1.0 を越える継手 (断面変化位置除く) はなかった。

図-5 に、図-4 中の累積損傷度の最大および最小 (断面変化位置除く) について大型車交通量との関係を適用基準および支間長別に整理した結果を示す。S39, S55, H14 道示の順に小さくなっており、適用基準による差がみられた。支間長別に見ると、支間 50m のケースの値が小さく、支間長による累積損傷度の変化が大きい傾向がみられた。

床版を FEM で忠実にモデル化する場合に変わる可能性もあり、今後、検討を進める予定である。

参考文献

1) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針, 2002 2) 建設省道路局国道課：鋼道路橋数量集計マニュアル (案), 建設物価調査会, 1996

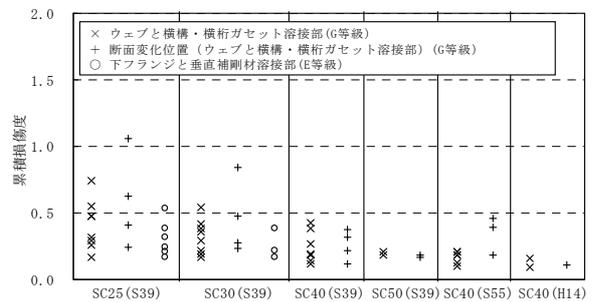
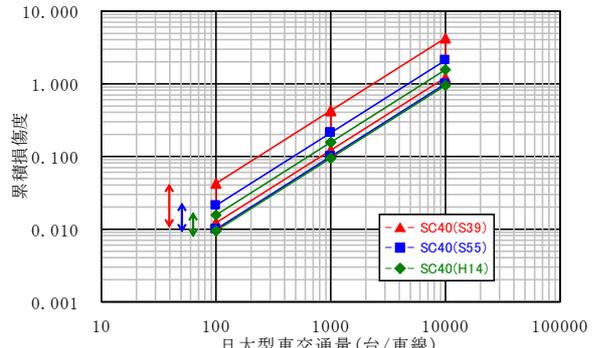
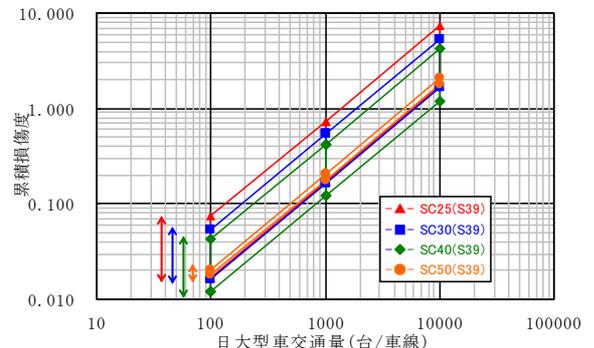


図-4 各照査部位の累積損傷度



(a)適用基準別



(b)支間長別

図-5 累積損傷度と大型車交通量の関係