

鋼 I 断面橋梁における横構仕口の応力性状

法政大学 学生会員 向井 天  
 法政大学 正会員 森 猛  
 三井造船会社 正会員 内田大介

1. はじめに

鋼 I 断面橋梁の横構仕口部では，図 - 1 のように垂直補剛材との交差を避けるためにガセットにスカラップを設けるのが一般的である．横構仕口部には主桁系の応力に加えて，対傾構や横桁などの横部材から力が伝達されるため，特にスカラップ近傍の応力性状は複雑となる．阪神高速道路では，スカラップ内部の廻し溶接止端部，垂直補剛材の溶接止端部からの疲労き裂が確認されている．この疲労き裂は桁端部のみに確認されており，その場合の端対傾構は二ブレース形式であった<sup>1)</sup>．なお，端対傾構は逆 V 字型のものをを用いるのが一般的である．

本研究では，橋梁全体を対象とした有限要素応力解析を行い，横構仕口部の応力性状を明らかとし，実橋での疲労き裂の発生原因について検討する．また，いくつかのスカラップ構造を取り上げ，疲労に対して強い構造について検討する．

2. 応力解析

疲労き裂が確認された阪神高速道路神戸線の全橋全体を対象として応力解析を行った．解析モデルは，橋長 33500mm，桁高 1800mm，桁間隔 3610mm，上下 4 車線一体構造の 6 主桁単純鋼合成 I 桁橋梁である．解析モデルの平面図を図 - 2 に示す．この橋梁では二ブレース形式の端対傾構が用いられていたが，比較のため端対傾構のみを一般的な逆 V 字型のものに変えた橋梁モデルの解析も行った．解析では，RC 床版を solid 要素，主桁や横構などの鋼部材を shell 要素でモデル化した．弾性係数とポアソン比は鋼材で  $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$  と 0.3，RC 床版で  $3.0 \times 10^4 \text{N/mm}^2$  と 0.166 とした．着目部近傍の要素サイズは 10mm である．要素分割図を図 - 3 に示す．荷重は T 荷重とし，それが第一車線あるいは第二車線を走行することを模擬して解析を行った．各仕口部には図 - 2，仕口部内の各位置は図 - 4 に示すように名称を付けた．

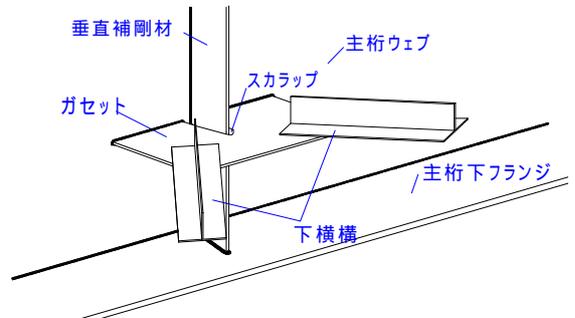


図 - 1 横構仕口の構造

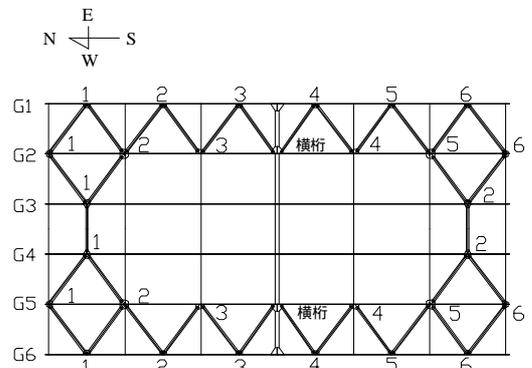


図 - 2 解析モデルの平面図

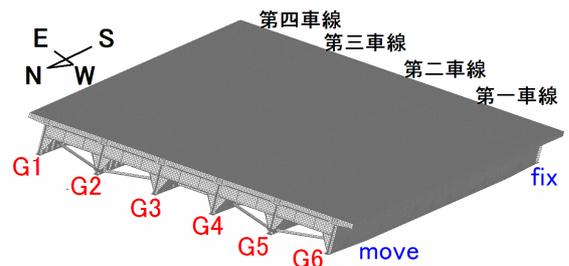


図 - 3 解析モデルの要素分割図

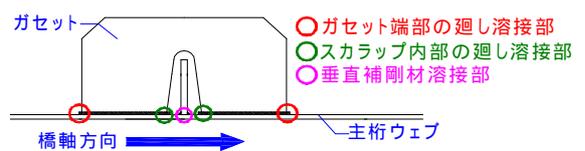


図 - 4 仕口部内の着目部

キーワード：横構，スカラップ，疲労

連絡先：〒184-0002 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 TEL 042-387-6287

図-5は、ニープレスタイプの端対傾構の橋梁モデル、仕口 G5-1 の垂直補剛材溶接部（支間中央側）の応力解析結果を示したものである。図中の  $\sigma_{max}$  は最大主応力、 $\sigma_{min}$  は最小主応力、 $\sigma_y$  は橋軸方向の応力、 $\sigma_{y(Ave)}$  は橋軸方向応力の面内成分を表している。また、これら応力に付した記号 W, E はウェブ面を示している。面内応力成分はほぼ 0 であり、W 面と E 面で応力の符号が逆転している。すなわち、面外曲げ応力が卓越している。なお、最も高い応力はこの位置で生じており、疲労き裂が確認された位置と一致している。表-1 は、ニープレスタイプあるいは逆 V 字型端対傾構を有する橋梁モデルの仕口 G5-1 の各部分で得られた最大主応力を示したものである。端対傾構を逆 V 字型に変更することでき裂発生部の応力はほぼ半分となっている。

スカラップ形状(図-6)が仕口部の応力性状に及ぼす影響を明らかにする目的で、逆 V 字型の端対傾構を有する橋梁モデルの仕口 G5-1 を対象に solid 要素を用いた解析を行った。その際、溶接サイズは 6mm とし、止端部に 1mm の曲率半径を設けた。要素分割図の例を図-7 に示す。着目部近傍の要素サイズは 0.2mm である。荷重は全橋解析で最も高い応力が発生した位置とした。solid 解析では、shell 解析から求めた接点変位と回転角を境界条件として行なっている。これらの解析から求めた各スカラップの最大主応力を表-2 に示す。

表-1 仕口G5-1における解析結果 (N/mm<sup>2</sup>)

桁端部の構造形式	着目部	W面	E面
		最大主応力	最大主応力
ニープレス	ガセット端部(支点側)	1.64	5.53
	スカラップ内部(支点側)	7.41	64.5
	垂直補剛材溶接部(支点側)	94.7	9.73
	垂直補剛材溶接部(中央側)	103.4	11.9
	スカラップ内部(中央側)	8.87	77.1
逆V字型	ガセット端部(中央側)	3.41	5.93
	ガセット端部(支点側)	2.92	2.67
	スカラップ内部(支点側)	3.21	28.9
	垂直補剛材溶接部(支点側)	46.6	3.93
	垂直補剛材溶接部(中央側)	56.7	3.10
	スカラップ内部(中央側)	5.31	43.6
	ガセット端部(中央側)	3.06	7.03

3. まとめ

- (1) 橋梁端部の仕口スカラップ内部に生じる疲労き裂は、横構からの力による面外曲げ応力が原因で生じる。
- (2) ニープレス形式の端対傾構を逆 V 字型の端対傾構に変更することにより、疲労き裂発生部位の応力は半減する。
- (3) 一般的な形状のスカラップからその形状を変更することで応力は半分以下となる。

参考文献：1) 田井戸米好，是角行雄，飯野暢，中西保正，山下恵治：鋼 I けた橋端部横構取付ガセット近傍の補修工事，石川島播磨技報 第 29 巻第 1 号，pp.29-33，1989.

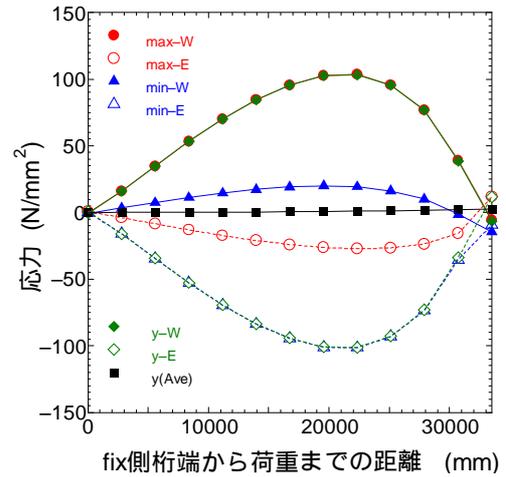


図-5 G5-1における解析結果 垂直補剛材溶接部（支間中央側）

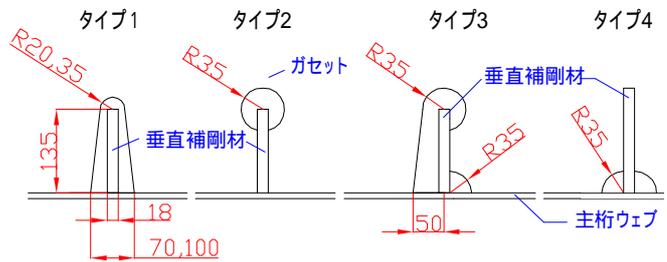


図-6 パラメータとしたスカラップ形状

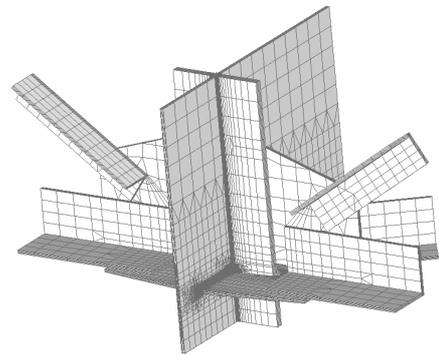


図-7 要素分割図の一例（タイプ1 R=20）

表-2 解析結果 (N/mm<sup>2</sup>)

スカラップ形状	最大主応力
タイプ1 R=20	178.5
タイプ1 R=35	152.1
タイプ2	36.4
タイプ3	102.3
タイプ4	76.9