

I-A 383 既存桁のフランジガセット部の疲労強度向上方法に関する研究

鉄道総研 正員 杉本一朗 東京工大 正員 鍛冶秀樹
J R 東海 正員 伊藤裕一 東京工大 正員 三木千壽

1. はじめに

鉄道で用いられる上路・下路プレートガーダーのフランジガセットやトラス橋の縦桁に取り付いているフランジガセットから発生する疲労き裂は桁の機能に大きな影響を及ぼす変状であり、今までの試験結果によるとその疲労強度はF等級と低いことが明らかになっている。この箇所は設計時の小型試験体による200万回疲労強度はC等級(126MPa)¹⁾であり、現在のF等級(65MPa)に対して約2倍の疲労強度を有すると考えられていた。しかしながら、実橋における応力測定では現在のF等級よりも高い実測応力が得られる場合がある。このため設計時には疲労に対して問題ないとされていたが、予防保全的に疲労強度の向上を図ることが大切となってくる。そこで、今までに4体の大型桁試験体を用いて疲労強度向上の方法について検討を進めてきたのでここに示す。

2. 試験体の概要

試験体は200万回程度の繰返し回数で疲労亀裂が発生することを想定した桁試験体（試験体①）と1000万回の以上の繰返し回数を想定した長寿命域を目標とした桁（試験体②）、および機械加工の精度を深度化した桁（試験体③④）の4体である。試験体形状を図-1に示す。試験は表-1に示すようなグラインダー、ピーニング、ガスカット、ガスカット+ピーニング、ドリルカット、ドリルカット+ピーニング等による方法で検討を行っている。試験体はSM400材を用いた。試験体①と試験体②より応力集中の緩和と圧縮残留応力の導入の効果が確認された²⁾ので、ここでは、試験体③④を中心として紹介する。

試験体③④では従来の塗装のための1mmの面取り以外に疲労仕上げの効果を確認するために3mmの面取りの場合についても検討を行うこととした。また、現場での施工性を考慮し小型の穴あけ機械を開発し、これを桁試験体に適用することによって穴あけ機械の性能及びその効果を確認した。

さらに各試験体において圧縮残留応力の導入の効果を調べるためにピーニングを行った。ピーニングの方法はJ S S C³⁾において規定されている手法と施工性を考慮した1パスのみの方法とで比較を行うこととした。また、従来のピーニングの施工条件は縦すみ肉溶接の止端部のような箇所を対象としたものであり、今回のようにある範囲に対して施工する場合を想定した基準は見あたらない。そこで、このようなコーナー部に施工する場合の施工方法を定めた。表-2にその条件を示す。

荷重は短寿命域では下フランジ中央部で120~150MPaを、長寿命域の桁試験体に対しては80~90MPa程度を目標とし一定振幅で疲労試験を行った。載荷は50tonfの電気油圧式サーボ型疲労試験機を用い4点曲げで行った。

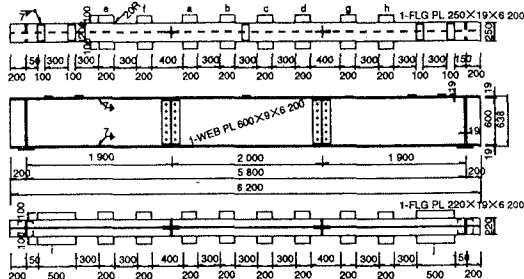


図-1 試験体形状

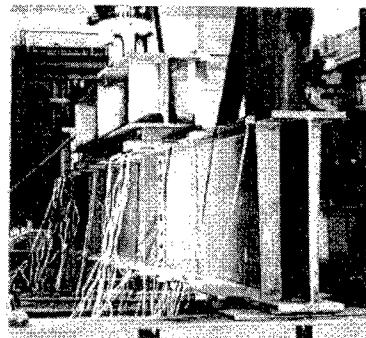


写真-1 載荷状況

表-1 試験条件

フィレット 形状	方法	母材	コハク面	該当試験体 番号
r=20mm	ピーニング	JSSC	1ハス 4ハス	③④ ③④
	クラインター	1方向 両方向	— —	①② ①②
r=40mm	ドリルカット	フランジ削り込み幅 10mm	—	①②
	ガスカット+	10mm	—	①②
	ピーニング	15mm	—	①②
r=50mm	ドリルカット	5mm	面取り1mm	③④
		（閉鎖した機械）	面取り3mm	③④
		10mm	—	①②
		15mm	—	③④
	ガスカット	5mm	—	①②
	ガスカット+	10mm	—	①②
	ピーニング	15mm	—	①②
	ドリルカット+	JSSC+5mm	1ハス	③④
	ピーニング		4ハス	③④

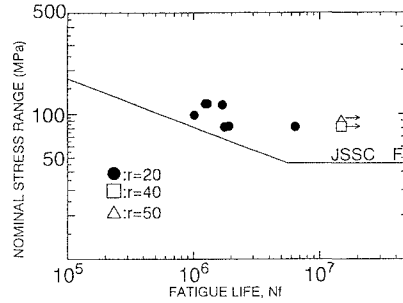


図-2 S-N線図

表-2 ピーニングの条件

	JSSCレポート	今回の試験条件
先端半径	3 mm	2 mm
圧縮空気	4 kgf/cm ²	5 kgf/cm ²
移動速度	40 cm/min	40 cm/面/min
打撃角度	40 度	90 度
ハス数	1 ハス	1 ハス

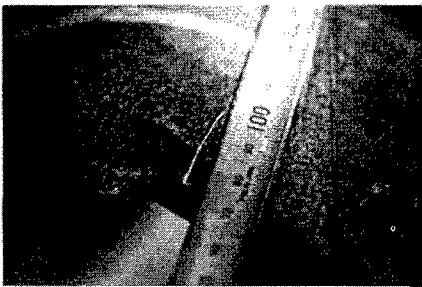


写真-2 フランジガセットからの
き裂の発生状況

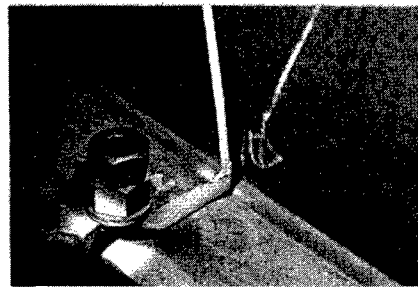


写真-3 ストップホールをボルト締めした
箇所からのき裂の発生

3. 試験結果

図-2に試験結果を示す。き裂の発生は全てフィレット半径が20mmの箇所からであり、40mm、50mmの箇所からのき裂の発生は見られない。また、ピーニングを施した試験体ではフィレット半径の大きさに関わらず疲労亀裂の発生が認められていない。これらの3体の試験結果より応力集中の緩和と圧縮残留応力の影響があることが改めて確認できた。ただし、面取りの影響とピーニングの条件の違いはまだ現れてきていない。

試験体①ではフランジガセットコーナー部に発生したき裂に対してストップホールをボルト締めすることで補修対策を行っていたが、ワッシャーが破断した後、下フランジ・腹板にまでき裂が進展した。

穴あけ機械による施工は誤差が小さく、解析上最適であるとしたフランジの削り込み幅5mmに対して十分精度良く加工できることが確認された。ピーニングの条件の違いが明確に現れないのは、フランジガセットのコーナー部の上面、側面、下面に対して一様にピーニングを施すことが困難なためと考えられる。今後、手作業によるばらつきをなくすための自動化が必要と考えられる。

なお、本試験は川崎製鉄（株）、三菱重工（株）の御協力を得て実施したものである。また、ピーニングに関して横河ブリッジ（株）の名取氏にご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) Miki: Maintaining and Extending the Lifespan of Steel Bridges in Japan, IABSE 1995.
- 2) 三木、根岸、鍛冶、杉本：フランジガセットの疲労強度向上法、土木学会第50回年次学術講演会
- 3) 日本鋼構造協会：止端加工による疲労強度向上法、1987. No. 6.