

撤去した標識柱の基部の疲労試験

トピー工業株式会社	正会員	山田 聡
トピー工業株式会社	正会員	酒井 吉永
名古屋大学大学院	正会員	山田 健太郎
名古屋大学大学院	正会員	小塩 達也

1. はじめに

これまで、照明柱や標識柱などの橋梁付属物の疲労損傷事例がいくつか報告されてきている。柱状の構造物では、その基部を補強するため、柱の円管にリブを取り付けた構造となっているが、橋梁の振動の条件によっては、このリブの溶接止端部にき裂が発生し、最悪の場合は柱そのものが倒壊する場合もある。

標識柱の設計では、風荷重の照査を行うのみで、疲労に関する検討は行われていない。既往の照明柱や標識柱のリブの溶接止端部に対する疲労の検討では、基部を模した試験体による疲労試験や実構造物での頻度計測による疲労照査などが行われている。しかし、実際に供用されていた標識柱について疲労試験を行った例はなく、実構造の疲労強度のデータはない。本研究では、道路拡幅による取り替えのため実橋から撤去された門型標識柱の疲労試験を行い、基部の疲労強度を把握した。

2. 試験体および試験方法

対象とした標識柱は2体あり、片側2脚の門型構造で、高さ1mのコンクリート製壁高欄上にボルトを用いて設置され、都市内高架橋で約13年間供用された。標識柱の概要を図-1に示す。各々の標識柱の基部から約2mの位置で切断し、断面に載荷用の治具を取り付けることで疲労試験体とした。試験体の概要を図-2に示す。図中にはリブの記号(A~G)を併記する。鋼管の材質はSTK400、基部のリブの材質はSS400、板厚12mmである。

疲労試験状況を図-3と写真-1に示す。載荷には150kNジャッキを用いて、載荷速度2Hzで行った。試験体Bでは、リブ端部ではり理論による計算上の応力範囲が96MPaとなるように載荷荷重 $P = \pm 20\text{kN}$ 、試験体Cでは $P = \pm 4\text{kN}$ （応力範囲60MPa）とした。

3. 試験結果

疲労試験の結果は、各リブにおけるはり理論による計算上の応力範囲、計測された応力範囲、き裂長に対する繰返し数を一覧にして表-1に示す。ここで、き裂発見時 N_d は溶接止端沿いにき裂が視認できたとき（止端沿いで10mm程度）の繰返し数を、 N_1 はき裂が止端沿いから鋼管側へ分岐して20mmに達したときの繰返し数を、 N_2 はき裂が50mmに達したときの推定の繰返し数を示している。

試験体Bの止端から30mmで計測した応力範囲は各リブ端で80~145MPaであり、載荷回数約6~9万回で各リブの止端沿いにき裂が発見された。載荷を継続すると、き裂は止端沿いを離れ、鋼管側へ進展した。写真-2に代表的なき裂を示す。試験体Cでは、リブ端部の応力範囲は52~67MPaであり、載荷回数30~40万回で各リブの止端沿いにき裂が発見され、

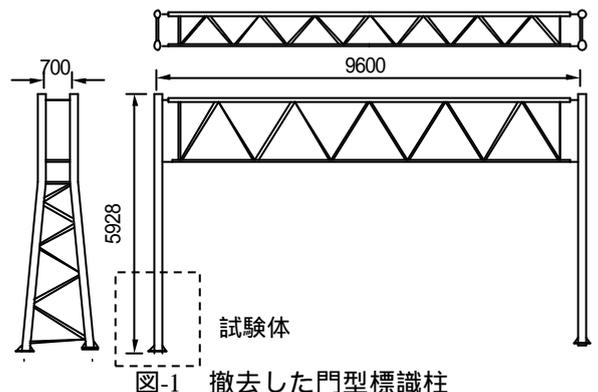


図-1 撤去した門型標識柱

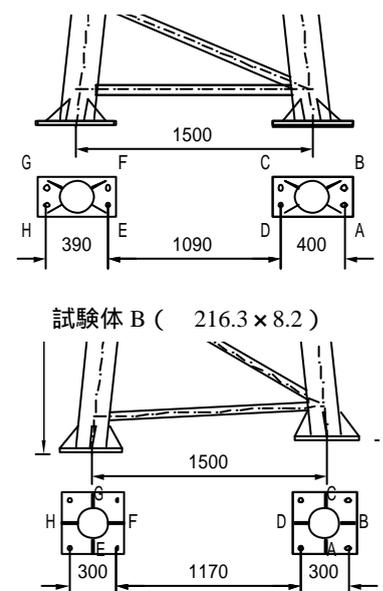


図-2 疲労試験体の基部の詳細

キーワード 標識柱、リブ、疲労

連絡先 〒441-8510 愛知県豊橋市明海町1 トピー工業株式会社技術統括部技術研究所 TEL 0532-25-5354

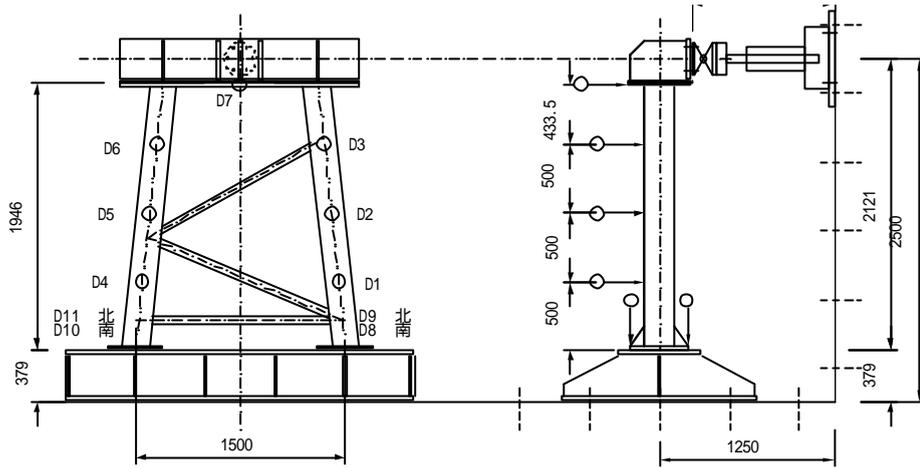


図-3 標識柱基部の疲労試験の方法

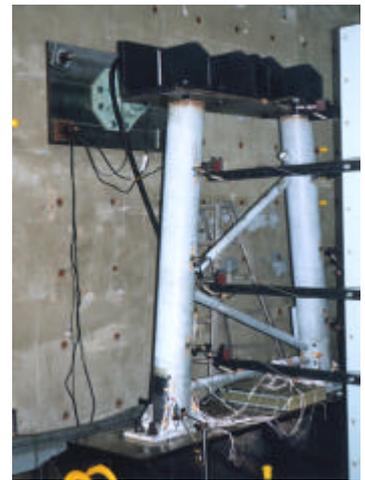


写真-1 疲労試験の状況

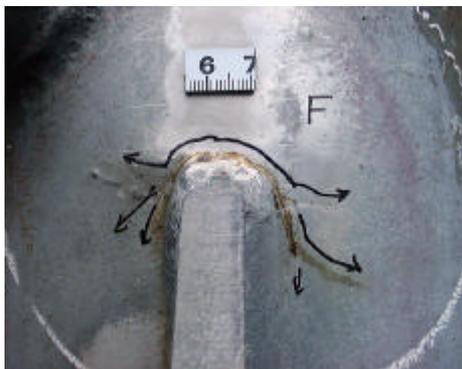


写真-2 リブ F 端のき裂の進展状況

表-1 各試験体の載荷荷重とリブ端の応力値および繰返し数

試験体	リブ名称	応力範囲 (MPa)		Nd (× 10 ³) き裂発見時	N1 (× 10 ³) き裂長 20mm	N2 (× 10 ³) き裂長 50mm
		計算	30mm			
B 荷重 ± 20kN	A	96	114	93	198	(235)
	B	96	79	204	-	-
	C	96	117	204	-	-
	D	96	127	79	174	(220)
	E	96	109	204	-	-
	F	96	145	57	185	(240)
	G	96	109	80	-	-
	H	96	92	204	-	-
C 荷重 ± 4kN	A	60	52	420	810	1,800
	C	60	50	420	1,080	2,300
	E	60	67	323	470	1,000
	G	60	65	420	-	-

それらが徐々に進展し、50～100 万回で鋼管側へ分岐した。

これらのき裂発生、進展挙動を、止端部から 30mm の位置を基準とした応力範囲と繰返し数の関係として図-4 に示す。本試験では、き裂長が鋼管上で片側 50mm になった時点で隣り合うリブのき裂同士が併合して破壊すると考え、この時の繰返し数を破断寿命とした。破断寿命は応力範囲が 80～140MPa の試験体 B では疲労強度等級¹⁾で F～G 等級程度となり、応力範囲が 50～70MPa の試験体 C では G 等級前後となった。過去に行われた基部のモデル試験体の曲げ疲労試験の結果は G 等級程度であり、本試験では撤去した実物の標識柱を用いたが、ほぼ同等の疲労強度が得られた。

4. まとめ

- 1) リブ端部の疲労試験結果より、破断繰返し数は JSSC の疲労設計指針で F～G 等級程度であり、過去の同様の試験結果と一致する。設計上の疲労強度は安全側として H 等級程度となる。
- 2) 実際の標識柱の試験では、溶接止端に発生した疲労き裂が進展して鋼管の母材へ移行するまでには、試験開始からき裂発見時までと同程度の繰返し数を要した。これは引張小型試験や鋼管にリブを溶接した引張疲労試験には見られない現象である。

<参考文献> 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993。

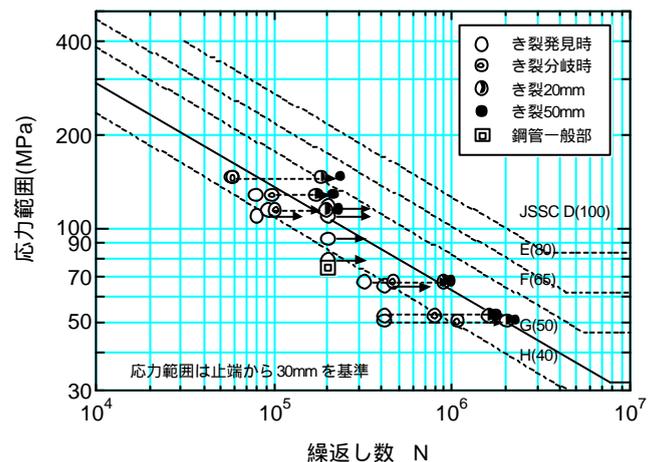


図-4 リブ端についての S-N 線図