

第 部門 橋上カラムタイプ付属構造物の疲労に強い定着構造に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 学生員 ○中本 寛二
 那須電機鉄工株式会社 正会員 石橋 知彦

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 山口 隆司
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 北田 俊行
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 松村 政秀

1. 研究背景および目的

近年、交通量の増加と車両の大型化によって、車両の通行が橋梁に及ぼす動的な影響は無視できないものとなっている。なかでも、橋梁上に設置される標識柱や照明柱などの柱状の付属構造物は、地上に設置されている場合とは異なり、交通荷重や風荷重による様々な振動を常時受け、疲労亀裂に起因した倒壊や取り替えに至った事例が報告されている¹⁾。

従来のカラムタイプ付属構造物は、写真-1に示すように基部の4ヶ所を三角リブで補強したタイプ（以下、標準タイプという）が一般的である。この三角リブの溶接上端部では、溶接止端やビードの形状による高い応力集中や、溶接による引張残留応力などが発生する²⁾。このため、日本鋼構造協会(JSSC)の疲労強度等級ではH～G等級にランクされ、疲労強度は高いとは言えない。

そこで本研究では、耐疲労性の高いカラムタイプ付属構造物基部の開発を目的として、リブを用いず、鋼管基部の構造に工夫を凝らしたカラムタイプ構造物を新たに提案し、その耐疲労性を疲労実験を行い評価する。

2. 供試体

本研究で使用した供試体を図-1に示す。フレア管タイプは、冷間加工により鋼管脚部を開いた形状にし、隅肉溶接によりベースプレートに接合したものである。また、増厚管タイプは、鋼管脚部の管厚を加熱圧縮により2倍にし、完全溶け込み溶接によりベースプレートに接合したものである。供試体は、標準タイプを8体、フレア管タイプを2体および増厚管タイプを2体製作した。標準タイプの8体については、溶接止端形状の変化や、仕上げ加工の有無による耐疲労性の違いを検討するために、これらを変化させている。供試体の内訳を表-1に、使用した鋼材の機械的性質を表-2に示す。

3. 実験概要

実験は図-2に示すように、500kN アクチュエータ載荷装置を用いて繰り返し曲げ載荷を行った。繰り返し荷重を与える疲労実験に先立ち、静的強度および変形



写真-1 従来の付属構造物の基部

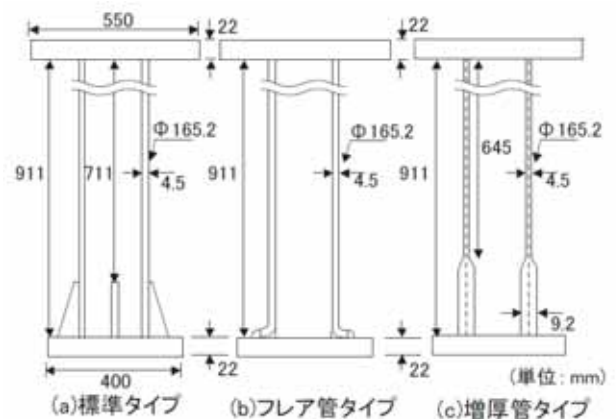


図-1 実験供試体の形状と寸法

表-1 供試体の内訳

種類	供試体名	実験タイプ	備考
標準タイプ	N-1	静荷重実験	グラインダー仕上げ R 仕上げ 回し溶接
	N-2	疲労実験	
	N-3		
	N-4		
	N-5		
	N-6		
	N-7		
フレア管タイプ	F-1	静荷重実験	
	F-2	疲労実験	
増厚管タイプ	T-1	静荷重実験	
	T-2	疲労実験	

表-2 使用鋼材の機械的性質

実験片	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	ヤング率 (N/mm ²)	ポアソン比
リブ平板部	302.3	436.9	1.63×10^5	0.306
鋼管部	381.9	457.4	2.04×10^5	0.279

性能を調べるために静的載荷実験(静荷重実験)を行った。載荷は変位制御で載荷速度 1.0mm/min で破壊に至るまで単調に載荷した。疲労実験では、標準タイプ(仕上げ加工なし)を G 等級と仮定し、約 100 万回で疲労破壊となる片振幅 3kN で、変位平均を制御して全ての供試体に同じ荷重振幅を与えた。

4. 実験結果

4.1 静荷重実験

静荷重実験により得られた応力集中係数の比較を表-3 に示す。応力集中係数は断面形状急変部における実測ひずみを公称ひずみで除して求めている。

4.2 疲労実験

各供試体の疲労実験結果を図-3 に示す。図の A～H は JSSC 疲労強度等級³⁾である。標準タイプ供試体(仕上げ加工なし)の N-2～N-4、および N-7 は、いずれも 30 万回から 40 万回前後で疲労亀裂が三角リブ溶接止端部の中心付近から発生し、H 等級を下回る結果となった。写真-2 は標準タイプ供試体に発生した疲労亀裂を示している。写真からわかるように亀裂はリブ溶接止端部に発生している。標準タイプ(グラインダー仕上げ)の N-5 は 127 万回で溶接止端部のやや側方に疲労亀裂が発生した。標準タイプ(R 仕上げ)の N-6 および増厚管タイプの T-2 は、各 220 万回繰り返し荷重を与えたが疲労亀裂は確認できなかった。フレア管タイプである F-2 は約 155 万回で亀裂が発生し、約 170 万回で亀裂が管を貫通した。

5. まとめ

三角リブの溶接を必要としない 2 種類の構造と、仕上げ加工を行った標準タイプの耐疲労性の解明を目的に、繰り返し荷重を与える疲労実験を行った。

その結果、(1)標準タイプは H～G 等級とされていたが、H 等級もしくはそれ以下の疲労強度等級を示した。(2)標準タイプのリブ溶接止端部をグラインダー処理することにより約 3～4 倍、R 仕上げすることにより約 7 倍以上の耐疲労性の向上を確認した。(3)疲労実験の結果、フレア管タイプは F 等級、もしくは安全側を考慮して G 等級程度とランクされた。(4)増厚管タイプの強度等級は、同じ荷重振幅で、C 等級以上とされる⁴⁾N-6 と同等の結果が得られており、疲労強度は高いと判断された。(5)以上のことから、本研究で用いた構造では標準タイプ(R 仕上げ)の N-6 が最良の構造と判断された。

参考文献

- 1) 道路附属物の安全性に関する調査委員会：道路附属物の損傷・対策事例集、別紙・照明柱、2001.1
- 2) 杉本雅一・三木千尋：鋼管基部補強 U 字リブ構造の疲労強度、土木学会論文集、No.787、pp47～56、2005.4
- 3) (社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技法堂出版、1993.4
- 4) 森 猛・藤平正一郎・射越潤一・藤木 修：十字継手の疲労強度に対する溶接部仕上げの効果、鋼構造論文集、第 13 巻、第 51 号、pp39～48、2006.9

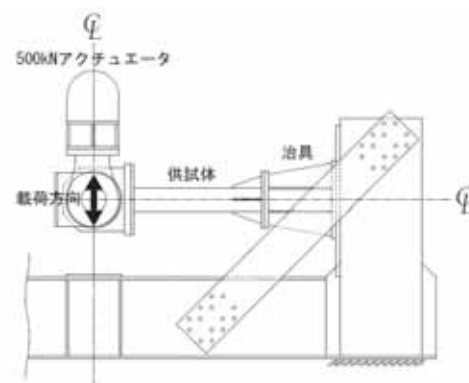


図-2 実験装置全体図

表-3 応力集中係数

	応力集中係数
標準タイプ	2.29
フレア管タイプ	1.37
増厚管タイプ	3.10

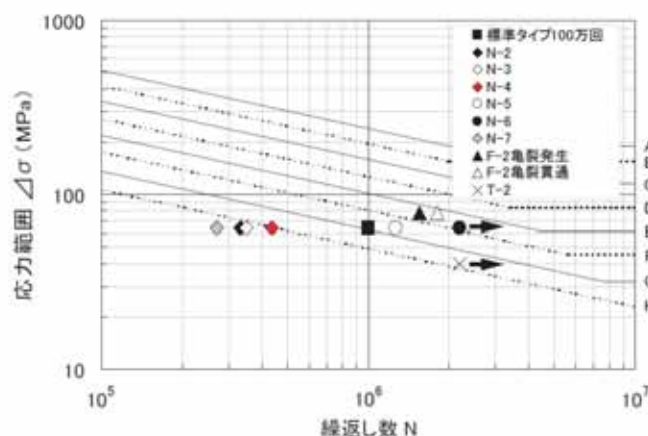


図-3 S-N 曲線(A～H：JSSC 疲労強度等級)



写真-2 標準タイプの亀裂