

鋼管照明柱等の基部耐疲労性に関する研究

新日本製鐵株式会社	正会員	○本間	宏二
新日本製鐵株式会社	正会員	杉本	雅一
開発土木研究所	正会員	池田	憲二
開発土木研究所	正会員	今野	久志
国土交通省 北海道開発局	正会員	三田村	浩

1. はじめに 近年、鋼管を主構造とする照明柱や標識柱（以下、ポールと呼ぶ）の折損や亀裂発生が問題となっている。それらは、ポールの振動により発生する繰り返し荷重を受けたポール基部付近の疲労破壊現象によるものではないかと考えられる。ポールの振動は、①繰り返し交通荷重による高架橋の振動に伴うポールの振動、②風によるポール周りのカルマン渦の発生に伴う振動・バフティングによる振動、が主なものとして推定される。しかしながら、現状のポールの設計では、上記のような現象を踏まえた照査はなされておらず、今後これらを踏まえた設計基準類の見直しがおこなわれるものと思われる。破壊の発生する箇所としては、照明柱の場合、根元（基部）補強リブの角部や、「安定器改め口」とよばれる長方形の開口部付近であり、いずれも

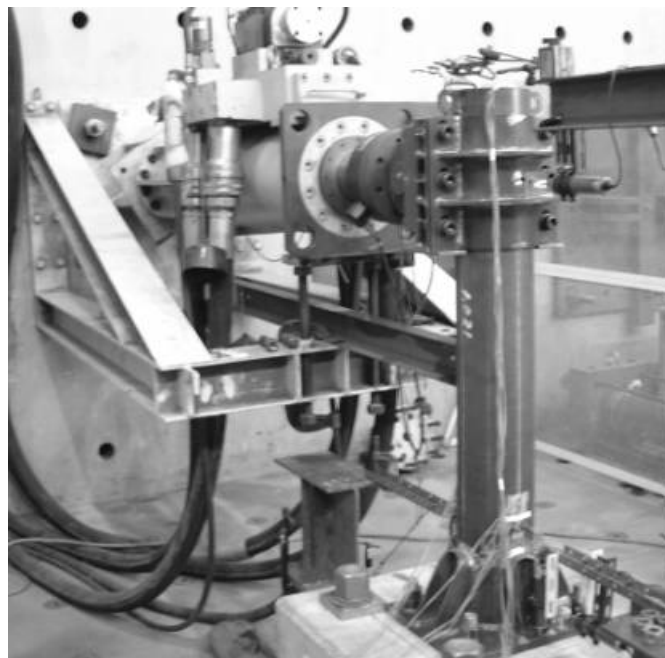
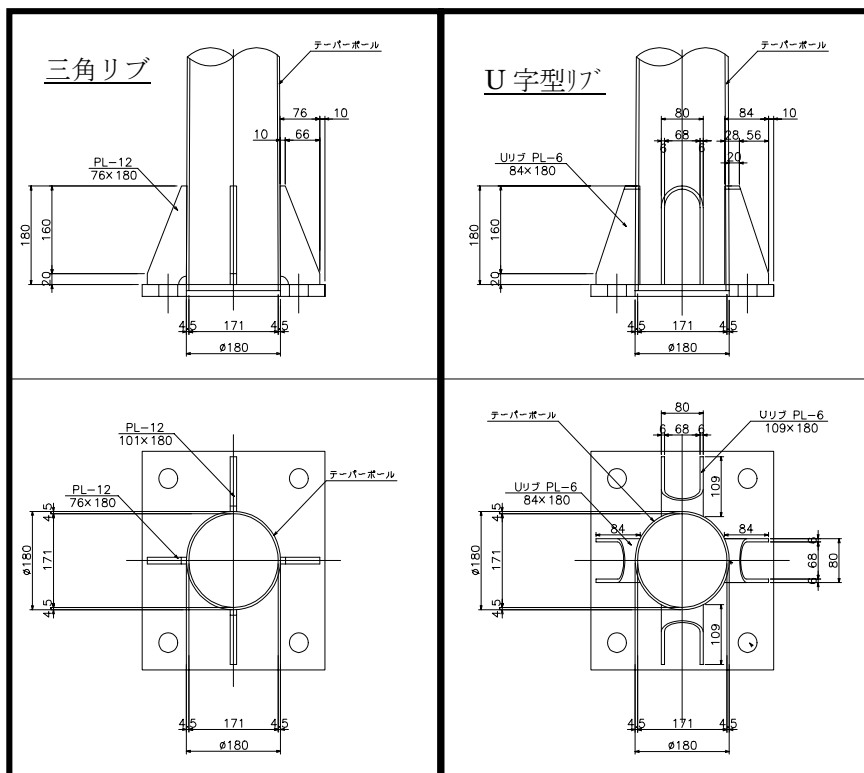


写真-1 ポール基部疲労試験状況

応力集中が高い部位である。このような状況の中、基部の疲労性能に優れたリブ構造を開発し、その疲労強度を評価することを目的として繰り返し载荷試験を行った。

2. ポール基部疲労試験概要 写真-1に示すような繰り返し载荷装置を用いて、ポール基部から1m高さの位置に繰り返し水平力(完全両振り)を与えることにより基部構造の曲げ疲労性能を確認した。対象とした構造は、従来から用いられている三角リブと本研究で提案するU字型リブ構造である(図-1参照)。その他のパラメータとしては、①鋼管板厚、②鋼管の製造方法(板曲げ方式と温間スピニング方式)、③与える公称応力振幅(リブ上端)である。なお疲労試験においては、亀裂が目視で確認できた時点で疲労寿命と判定した。



キーワード：照明柱、照明ポール、補強リブ、U字型リブ、疲労

〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 TEL:0439-80-3154 FAX:0439-80-2745

3. 疲労試験結果 14体の疲労試験結果の概要を表-1に示す。応力振幅と疲労寿命の関係性をS-N曲線にプロットした(図-2)。この図より、三角リブ構造は概ねJSSCのG等級程度の疲労性能であるのに対し、U字型リブ構造はCの上～B等級をクリアしていることがわかる。

4. 静的载荷試験 疲労試験に先立ち静的载荷試験を行い、各構造の曲げによる応力集中や鋼管表面の歪の変化を観察した。図-3に、引張り側リブ上部の溶接止端部付近の鋼管表面鉛直方向ひずみの推移を示す。最大荷重10.6kNはリブ上端位置での鋼管公称応力82MPa(降伏応力360MPaの約23%)に相当する。三角リブでは、荷重を0に戻しても残留ひずみ(250～500 μ 程度)が残っているのに対して、U字型リブでは、このような残留ひずみが全く発生していない。これは該当箇所、三角リブではリブ溶接時に発生する残留引張応力が材料の降伏応力に近いレベルに達しているのに対し、U字型リブでは残留引張応力が最小限に押さえられていることを示唆するものである。一方、溶接止端部における応力集中係数の観点では三角リブが3倍程度であるのに対し、上端が柔な補剛機構であるU字リブ型では1.5倍に満たないことが本実験およびFEM解析により確認された。三角リブの疲労性能に対して、U字型リブ構造の疲労性能がJSSCの基準で4ランク以上向上する原因は応力集中の低減効果と溶接残留応力の影響の相乗効果によるものと考えられる。

5. おわりに 簡易に加工・溶接可能なU字型リブ構造が優れた疲労性能を有することが確認できた。今後、鋼管諸元(径、板厚)に最適なU字型リブの諸元(板厚、曲げ半径、溶接のど厚)を決定する手法を確立することが重要な課題である。更に、照明ポール開口部の疲労性能向上対策についても検討する必要がある。

【参考文献】 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説,1993

表-1 基部曲げ疲労試験結果

基部構造	鋼管板厚(mm)	ポールの種類	公称応力振幅(Mpa)	疲労寿命(回)	破壊形態
U字型リブ	4.5	スピニング	150	1,936,776	リブ下部から亀裂発生
			164	3,500,000以上	破壊せず
			200	818,726	リブ上側溶接止端部に亀裂発生
			200	1,984,240	リブ下部から亀裂発生
	6.0	スピニング	150	2,815,010以上	破壊せず
			200	3,663,800以上	破壊せず
			250	1,513,589	リブ上側溶接止端部に亀裂発生
			300	277,950	リブ上側溶接止端部に亀裂発生
三角リブ	4.5	板曲げ	115	268,396	リブ回し止端部に亀裂発生
		板曲げ	164	53,679	リブ回し止端部に亀裂発生
	6.0	スピニング	115	746,691	リブ回し止端部に亀裂発生
			164	66,330	リブ回し止端部に亀裂発生
			123	408,774	リブ回し止端部に亀裂発生
			150	76,501	リブ回し止端部に亀裂発生

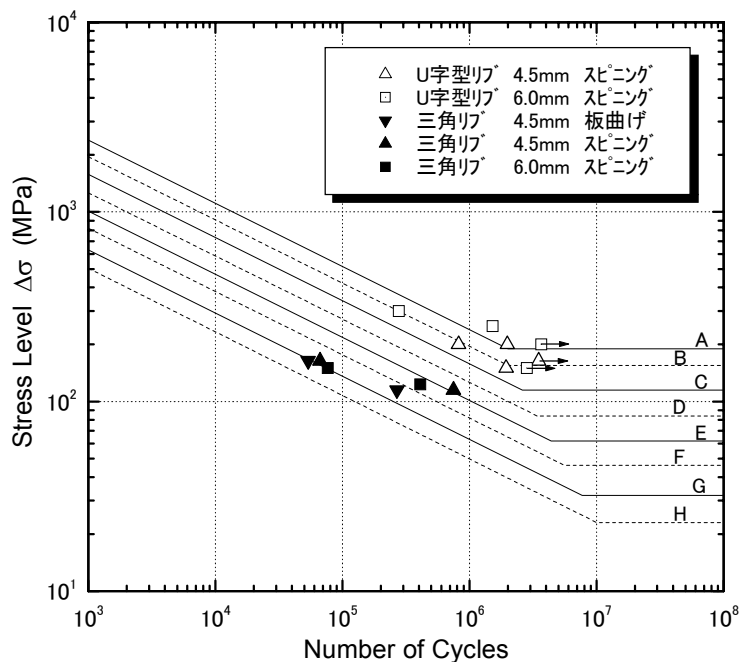


図-2 三角リブとU字型リブ構造の疲労寿命

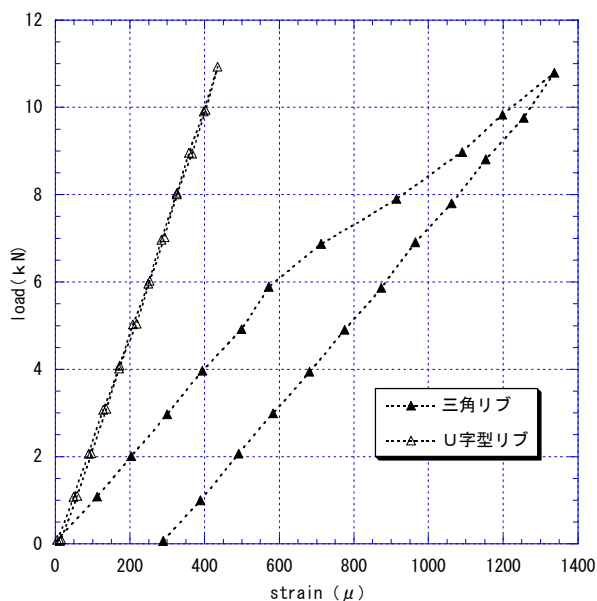


図-3 リブ上端付近の鋼管表面歪の推移