

I-407

アーチ格点部の疲労試験

鋼栗本鐵工所 正員 星尾 司
鋼栗本鐵工所 寺西 功
埼玉大学 正員 田島 二郎

1. 目的

近年交通量の増大により、道路橋の各部に疲労損傷が数多く発見され報告されている。それら損傷事例の中には、上路式アーチ橋の補剛桁と垂直材との取り付け部（以下格点部と記す）より亀裂が発生した事例も含まれている。通常設計においては、格点部に発生する二次応力は無視されている。そのため格点部の構造詳細は設計者によってまちまちであり、その詳細が必ずしも疲労の面から好ましくないものもあると考えられた。そこで実際の設計に役立たせるため、アーチ格点部の構造詳細の異なった形状のものを5種類モデル化して疲労試験を行ったので報告する。

2. 試験方法

供試体の形状と亀裂発生箇所を図1に示す。使用材料は全てSS41材を用いた。溶接方法としては炭酸ガスアーク溶接及び被覆アーク溶接を用いた。溶接完了後は全ての供試体に対して、ガセット端部の補剛桁フランジとのまわし溶接止端のみ軽くグラインダーをかけ、その他の箇所は溶接したままの状態とした。また亀裂発生が予想される溶接継手部に対して型取り法を適用して、ビード形状（止端部曲率半径 ρ 、余盛角度 θ ）を調べた。

疲労試験は荷重制御の完全両振り荷重で、荷重の繰返し速度5~8Hzで行なった。なお繰返し数5万回毎に荷重範囲を1/2にして破面にビーチマークを残し、それにより亀裂進展状況を観察できるようにした。繰返し両振り荷重は、供試体の上フランジガセット溶接部に発生する最大ひずみが600~1000 μ となるように静的荷重試験を行なって決定した。

試験終了後は非破壊検査を実施し、亀裂が発生していないか調べた。

3. 試験結果と考察

静的荷重試験結果として、補剛桁フランジのガセット端部の応力分布と変位を図2に、補強板に生ずる応力分布を図3に示す。また疲労試験結果として繰返し荷重と繰返し数（1/2荷重範囲の回数は含まない）を表1に示す。これらの図及び表より、試験結果としてつぎのこと

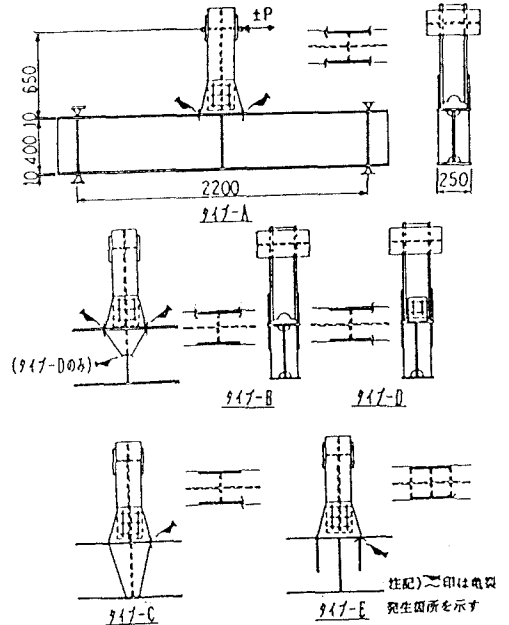


図1 供試体と亀裂発生箇所

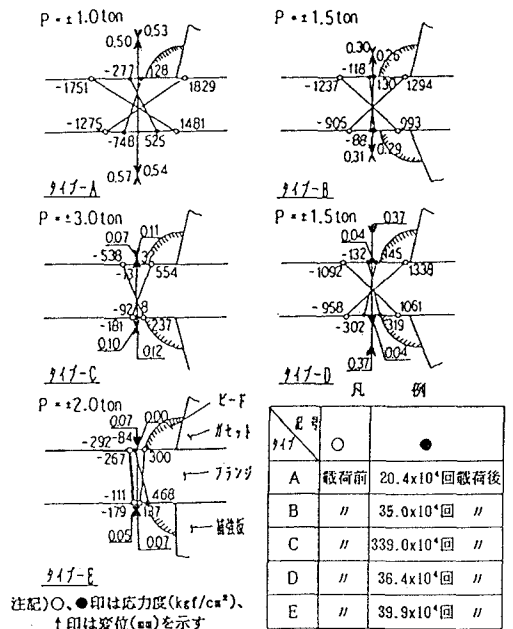


図2 ガセット端部の応力分布と変位

が言える。

1) フランジが補剛されていないタイプAは5体の中で載荷荷重が最も小さいにも係わらず、フランジのガセット端部に発生する応力及び変位が最も大きい。これは荷重のほとんど全てをフランジで負担しているためと考えられる。また疲労強度は最も低く、亀裂はフランジ上面のガセットまわし溶接止端からフランジ下面に進展した。

2) 垂直補剛材の外側に長さの短い補強板を付けたタイプBとDとの構造詳細の違いは、垂直材のウェブが補剛桁フランジに連結されているか否かの違いである。フランジのガセット端部に発生する応力及び変位には、この違いによる差はあまり見られなかった。両タイプとも垂直補剛材の補強板との接合部に発生する応力は、フランジのガセット端部のものより大きかった。亀裂はフランジ上面のガセットまわし溶接止端に沿って発生した。破面よりフランジ下面からも亀裂が発生し、亀裂発生数はタイプBの5万回以下に比べてタイプDは26.4万回以下であることが確認できた。またタイプDは補強板と補剛材とのまわし溶接止端にも亀裂が生じた。これは荷重載荷時に補強板を溶接した垂直補剛材が面外方向にかなり揺れていたためと考えられる。

3) 疲労強度が最も高いのは、補剛桁の高さいっばいに補強板を付けたタイプCであった。これは荷重を補剛桁全体に伝えているためと考えられる。このタイプはタイプEと同様、フランジの拘束度が他のタイプに比べて高かった。亀裂発生数は317.2万回以下でガセット端部のまわし溶接止端に沿ってフランジ上面より下面に向かって進展した。

4) 補剛桁ウェブに直角方向に補強リブを付けたタイプEは、フランジのガセット端部の応力と変位は小さかったが、補強板側のフランジとの接合部にはかなり高い応力が発生した。亀裂は補強リブ取り付け部のまわし溶接止端から補強リブの母材へと進展した。しかしフランジには亀裂が生じなかった。

4. むすび

本試験では、アーチ格点部の構造詳細の違いが、アーチの垂直材が二次応力により曲げを受けた場合の疲労強度に及ぼす影響を明らかにすることができた。以下に結論を述べる。

1) 疲労に対して最も優れているのはタイプCである。

2) タイプAは疲労に対して最も好ましくない構造である。

3) タイプB, Dは疲労に対してあまり好ましい補強方法とは言えない。

4) タイプEはタイプCについて優れた補強方法であり、補強リブ断面を十分取れば施工性の面からはタイプCより優れている。

最後に疲労試験を行なうにあたっては、埼玉大学工学部建設工学科 岡野賢司技官ならびに千葉県鐵工所の村田広治氏及び野村浩史氏に御協力を頂いた。ここに深く感謝の意を表わします。

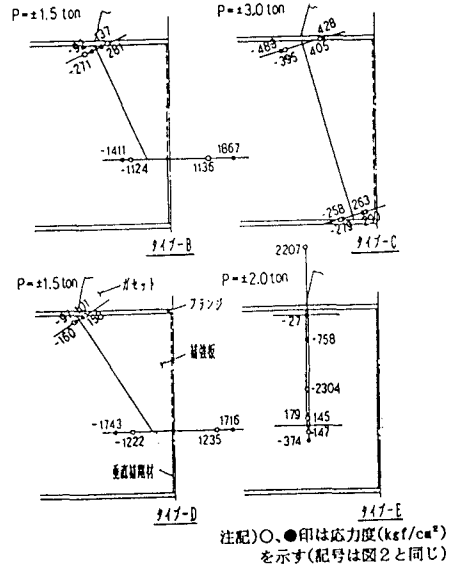


図3 補強板に生ずる応力分布

表1 疲労試験結果

タイプ	繰返し荷重 (ton)	繰返し速度 (Hz)	繰返し回数 (×10 ⁴)	
			亀裂発生回数 (回)	最終繰返し回数
A	±1.0	8	5.4 [1箇所]	20.4
			15.4 [3箇所]	
B	±1.5	8	5.0 [1箇所]	35.0
			15.0 [1箇所]	
C	±3.0	5	202.0 [なし]	339.0
	±4.5	5	117.0 [なし]	
	±5.5	5	20.0 [1箇所]	
D	±1.5	8	26.4 [2箇所]	36.4
E	±2.0	8	39.9 [1箇所]	39.9

注記) [] 内数値は亀裂発生箇所数を示す。