

I-271 鋼鉄道桁のカバープレート部の疲労変状に関する実験的研究

日本国有鉄道 正員 阿部 允 三菱重工業(株) 正員 熊谷洋司
日本国有鉄道 正員 稲葉紀昭 三菱重工業(株) 正員 勝野寿男

1. はじめに

上路プレートガーダー形式の鋼鉄道橋では、枕木直下のカバープレートが、製作時上フランジと接合するすみ肉溶接によってそり上がり上フランジとの間に間隔が生じ、それが原因となって疲労亀裂の発生した事例がある。その発生機構と再溶接補修とについて実橋縮尺供試体により疲労実験をおこなったので以下に結果を報告する。

2. 試験概要

試験体の形状寸法は図-1に示す通りで、使用した材料および溶接方法はJRSの規準によった。AおよびBの載荷点直下のカバープレートと上フランジとの接触面にはそれぞれ1.5mmと0.5mmの間隙を設けた。その範囲は橋軸直角方向には全巾、橋軸方向には350mmである。荷重は載荷点A、Bに対して油圧で連動させた正弦波繰返し荷重(3ヘルツ)を載荷した。試験項目は、カバープレート部の疲労亀裂の発生回数、亀裂形状および補修方法の有効性の確認である。表-1は各ステップごとの試験要領を示すもので、荷重強度は載荷点A、Bのそれぞれに対して加わる値を示し、応力値はそれにより生じるカバープレート部の曲げ応力振巾である。ここでステップ1での荷重強度は新幹線の輪重の設計用値(9t)に符合し、応力レベルは実橋で記録される値の最大値に近いものである。

ステップ2はステップ1で疲労変状がみられなかったために荷重強度を2割程度高めて亀裂の発生を促進させたものであり、当初の計画にはないものであった。要補修部はあらかじめ設定した溶接補修工法に従って施工された。

3. 試験結果と考察

載荷点B側には、いずれのステップにおいても亀裂の発生はみられなかった。従って表-2にはA載荷点部の亀裂発生回数と亀裂性状を示す。この表から主な亀裂は、カバープレートを横断する亀裂(Type1, 3)と溶接ビードに沿った亀裂(Type2)とが互いに独立に発生する性状となることがわかる。このうち前者の亀裂は載荷装置が直接線荷重を与えたために発生したものとわれ、治具を工夫することにより回避出来たと思われる。後者の亀裂はステップ1とステップ2の荷重のもと150万回の繰返し荷重で発生したが、この値は実橋の応力レベルが本実験の値より低めであることを考えれば、設計用値200万回に相当すると考えてよいと思われる。図-2は載荷点A、Bに同一の大きさの荷重を載荷した時の上フランジ部の橋軸方向ひずみを示す。図-3はこの時の載荷点直下のカバープレートと上フランジ間のすみ肉溶接部の橋軸方向及び橋軸直角方向のひずみを表す。

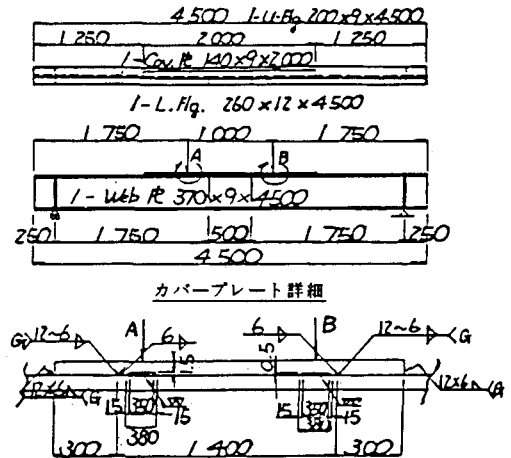


図-1 供試体製作図

表-1 載荷ステップ表

	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
試験項目	当初2.0×10 ⁶ 回載荷予定、亀裂なし	荷重振巾を増加させ載荷、亀裂発生(A側)	亀裂を進行させ載荷試験	溶接補修後再実験
荷重繰返し数	1~10 ⁶ 回	10 ⁶ ~1.5×10 ⁶ 回	1.5×10 ⁶ ~1.737×10 ⁶ 回	1.737×10 ⁶ ~2.737×10 ⁶ 回
荷重	1.5t~9t (ΔP=7.5t)	1.5t~11.5t (ΔP=10t)	同左	同左
応力	-172~-1032 (kg/cm ²) Δσ=-860 (kg/cm ²)	-172~-1319 (kg/cm ²) Δσ=-1147 (kg/cm ²)	同左	同左

図-2と図-3とから次のことがわかる。間隙のあるカバプレートに直接荷重が載荷されると、載荷点近傍には局部的に大きな軸方向応力が発生する。この応力は桁としての曲げ応力と間隙があることによるカバプレート部の板曲げ応力との和であると考えられる。応力の値は荷重の増加にともなう増加していくが、ある段階から増加率が漸減する傾向がみられる。この非線形性はカバプレートが荷重の増加に従って変形し、ある時点で接触し、その接触面積が増加したためと考えられる。この傾向は、間隙量の少ないB側の方が顕著である。従って大きな荷重振巾のもとでは、間隙量の大きいA側の方が応力振巾も大きくなる。

亀裂の発生はステップ3終了時に溶接ビートの亀裂部をはつったところ、ルート部から溶接止端部に向かって進展したことが確認できた(図-4参照)。補修後の載荷試験(ステップ4)では、Type1の疲労亀裂の再発現により100万回の荷重繰返しで終了したが、この値はビート亀裂の補修法として溶接補修法の有効性を示すものと思われる。

4. まとめ

本実験で得られた成果は次の2点である。

①;工場製作時にみこまれるカバプレートとフランジとの間隙量のもとでは、JRSの規準を順守した溶接法でカバプレート部のすみ肉溶接を実施する限りにおいて、溶接部の疲労強度に対する設計的な問題はないと思われる。しかしながら間隙量が多い程疲労強度が低下することが実験で確認されたため、間隙量を出来るだけ小さくする精度管理が必要である。

②;カバプレートとフランジ間のすみ肉溶接部の補修法として本実験で用いた溶接補修法をとっても疲労強度の低下はみられない。

5. おわりに

本報告は昭和60年度に国鉄が三菱重工業(株)横浜研究所で実施した試験結果をまとめたものであるが、カバプレートとフランジとの間の間隙量をパラメーターとした疲労試験であったため、この種の縦ビートの疲労強度への影響が大きいと考えられるせん断応力や溶接残留応力のパラメーターを考慮しなかったことを反省する。これらは今後の検討課題としたい。

参考文献 1) 土木学会;国鉄構造物設計標準解説、

昭和58年5月

表-2 疲労試験結果(A部)

載荷ステップ	亀裂発生間隔 ($\times 10^4$ 回)	亀裂タイプ	亀裂発生性状
1	-	-	亀裂発生なし
2	1.30	Type1	カバプレート載荷点下
	1.50	Type2	すみ肉ビート部(ビート方向)
3	1.50	-	Type1の亀裂を補修
	1.55	Type3	カバプレートライナー部割れ発生
	1.55	Type2	すみ肉ビート部にあらたな割れ発生
	1.60	-	Type3の割れとType2の割れが連続
	1.65	Type4	ビート部に垂直割れ発生
	1.737	-	Type3の割れがu.Figに連続
4	1.737	-	すべての割れを溶接補修
	2.737	Type1	載荷ステップ2のType1の割れが再発生

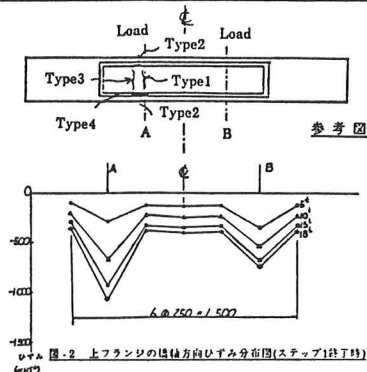


図-2 上フランジの軸方向ひずみ分布図(ステップ3終了時)

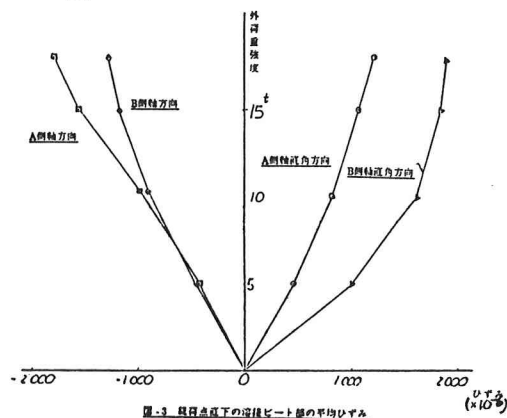


図-3 載荷点直下の溶接ビート部の平均ひずみ

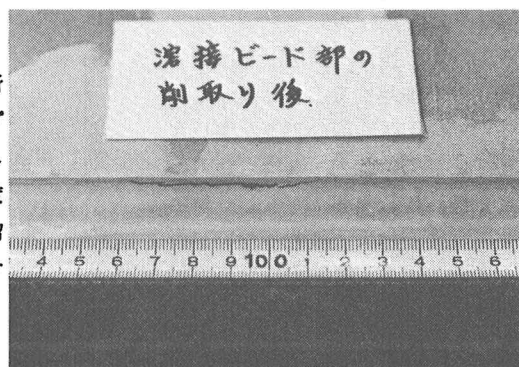


図-4 亀裂形状(ステップ3終了時)