

東京工業大学 正 員 西村俊天
 東京工業大学 学生員 坂野昌弘
 東京工業大学 藤崎恭功

1. はじめに

近年、橋梁等の鋼構造物では溶接構造が主流となっているが、構造中に存在する溶接残留応力とその疲れ寿命に低下させることが予想される。本研究は溶接残留応力をもつ大型試験片と残留応力の解放された小型試験片の疲れ寿命を比較することにより、残留応力が鋼部材の疲れ寿命におよぼす影響を検討しようとするものである。

2. 実験方法

本研究では溶接残留応力の効果が顕著に現われる縦ビード「グ」ループ溶接継手を対象とし、その疲れ寿命におよぼす残留応力の影響のみを取上げて評価することを考えた。このため疲れ強度を低下させるその他の要因、すなわち継手肉先部の部分溶け込みによる切欠き効果や溶接部における各種表面および内部欠陥などを極力排除することとし、この目的にそつう試験板の溶接部は溶け溶接（ワイヤー：US49，フラックス：MF38）によりX肉先の完全溶け込みとし、かつ溶接欠陥を皆無とした。このようにして製作した試験板から溶接部を含み大型試験片を、また溶着金属部から小型試験片を切出した（図-1参照）。両試験片試験部の横断面は同一寸法の砂時計型とし形状効果の差を除くことと、疲れは必ず表面部から発生するようにした。供試鋼材は板厚16mmの調質型SM58材でその機械的性質（ミルシート値）を表-1に示す。大型試験片には引張最大公称応力を一定値（約23%）におさえた部分両振り応力を作用させた。これは溶接部に作用する残留応力を一定

表-1 供試鋼材の機械的性質

降伏点	引張強さ	伸び
60% _{0.2}	70% _{0.2}	30%

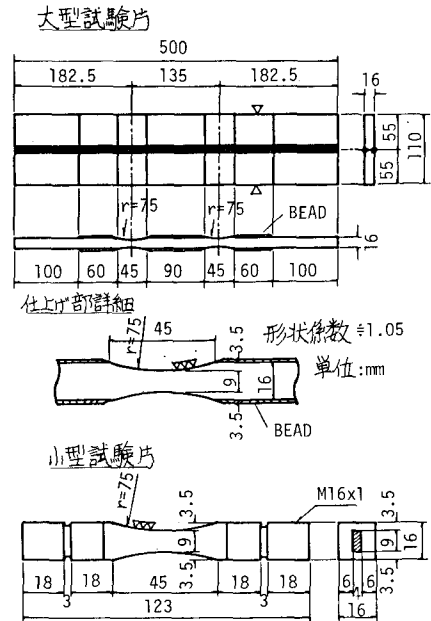


図-1 試験片の形状

にした疲れ試験を行うためである。小型試験片も引張最大応力を大型試験片に揃えた部分両振り試験を行った。疲れ試験には動的能力±50%（大型試験片）および±5%（小型試験片）、電気油圧式疲れ試験機を使用した。

3. 実験結果と考察

(1) 大型試験片のひずみ挙動 大型試験片各測点における第1回載荷時、引張圧縮各荷重段階ごのひずみ挙動を図-2に示す。作用公称応力が母材および溶着部の降伏応力よりかなり低く、降伏が生じておらず、これらの部分には相当大きい初期残留応力の存在が考えられる。図-3は試験片の繰返し載荷第1回、第2回、第10²回および第10⁵回における最大、最小応力作用時のひずみ分布を示すもので、第2回載荷時以降は溶接部および試験片縁部でひずみ値が増加の傾向にはあるが次第に落ち着いていくことが認められる。これより溶接残留応力は繰返し載荷のごく初期に大きく再配分をおこして、引張および圧縮最大値は減少し、以後その最大値はやや低下するがあまり変化しないものと考えられる。

(2) 残留応力の分布 大型試験片の疲れ試験実施後の残留応力分布を金鋸による切断法（全解放式）応力弛緩

法)により測定した結果を図-4に示す。溶着部の引張残留応力はその周辺母材部のそれより小さくなり、その値は溶着部の降伏点(約46 kg/mm^2)から試験片の作用引張応力(23 kg/mm^2)を減じたものに近づいている。(1)

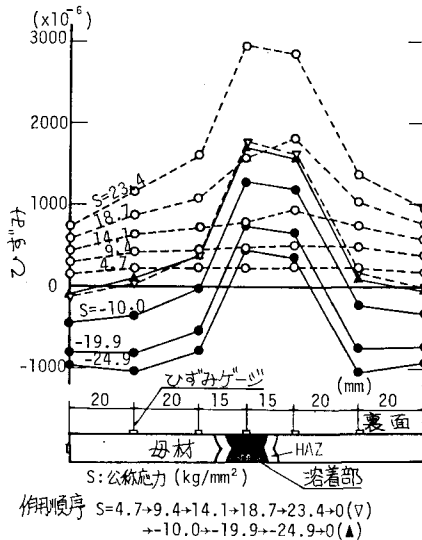


図-2 大型試験片(F-2)のひずみ等動

このでたところにより疲れ試験

中、試験片に作用していた残留応力は図-4に示すものに準ずると考えられる。小型試験片についても疲れ試験後に切断法で残留応力を測定したが応力は全く解放されていた。溶接部の切出しにより残留応力を除去する方法は材質が原試験片の溶接部と変わらず、高張力鋼部材に対しては有効な手段と考えられる。

(3) 疲れ試験結果 試験片の疲れきれは大型試験片の場合、最小断面付近の溶着金属部表面から発生し、小型試験片では最小断面付近の曲率表面側、一部が隅角部から発生し、これは大型試験片のきれ発生位置に準じている。大型および小型試験片の疲れ寿命の検討はきれ発生寿命について行うことが望ましいが、疲れきれはきれ発生後急速に進展して破断に至るので図-5には便宜、公称応力範囲 S_r に対する疲れ破断寿命 N_f を両対数目盛でプロットし、これより $S-N$ 線を作成した。小型試験片に対する $S-N$ 線は大型試験片、それより上位にあり、その差は疲れ強さで100万回時約9 kg/mm^2 以上となる。このように大型試験片に疲れ強さの低下が生ずるのは試験片溶接部に存在する20 kg/mm^2 程度の引張残留応力の影響によるものと考えられる。

4. おわりに

鋼部材の疲れ寿命と溶接残留応力の定量的関係の一端が求められたが、さらに一般的な性状を明らかにするためには異なる残留応力や他鋼種などについて検討を進める必要がある。おわりに本研究は昭和54年度文部省科学研究費補助金によって行われたことを付記する。

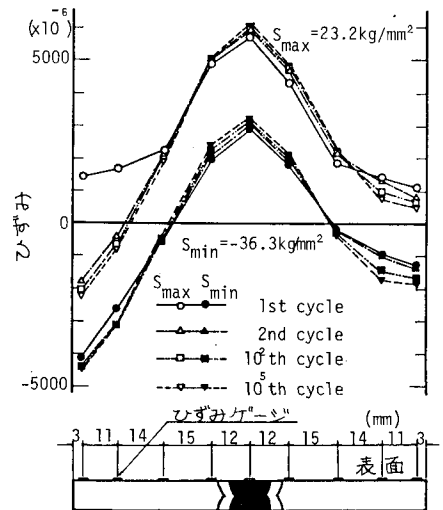


図-3 大型試験片(C-1)のひずみ分布

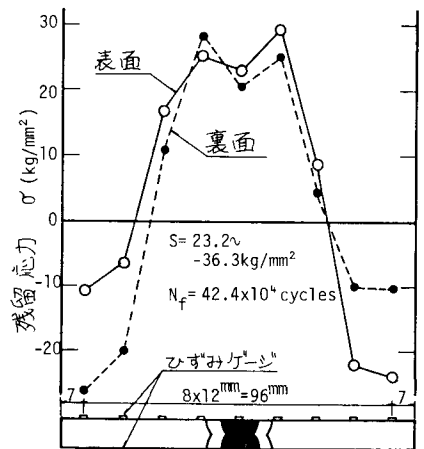


図-4 疲れ試験後の残留応力分布

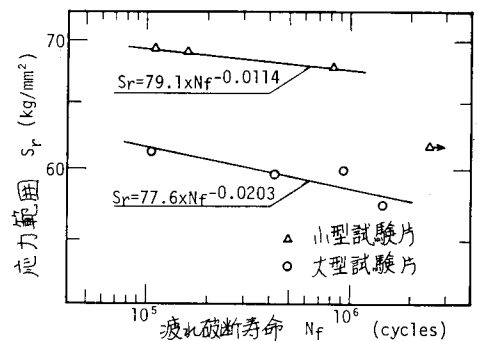


図-5 試験片の $S-N$ 線図