

名古屋大学	正員	菊池洋一
名古屋大学	正員	鈴木悦男
名古屋大学大学院	学生員	○ 桜井 彦

はじめに

最近のプレートガーダーは折角の高い薄肉断面に高張力鋼を使用し、経済設計と行う傾向にあるが、これらの構造は疲労強度に關しての検討の余地があるように思われる。疲労に対する設計示方書には溶接鋼鐵道橋設計示方書がある。これは軟鋼および50⁺鋼に対するものであり、高張力鋼に対するものはこの示方書を拡張することが必要であるかを検討するための資料として、80⁺鋼材 ($\sigma_y = 78.5$, $\sigma_b = 85.0 \text{ kg/mm}^2$) による実験を行った。縦ビード溶接疲労試験片 (半溶接、溶接仕上げ、自動溶接をそれぞれ A, B, C 系列) を各 1 本、スティフナー取付部疲労試験片 (前面すみ肉溶接、同溶接仕上げ、全面すみ肉溶接仕上げを D, E, F 系列) を 15 本製作し実験を行った。その寸法は図-1, 2 に示す。またこれらの引張疲労試験片と実際の構造物の疲労強度との関連を知るために、プレートガーダー (図-6) を 2 連製作し、静的および疲労実験を行った。

引張疲労実験

実験は完全片振引張 ($R=0$) で行い、その $S-N$ 曲線を図-4, 5 に示す。示方書の許容応力度は A, B, C 系列では 14.8 kg/mm^2 、D 系列では 10.0 kg/mm^2 、E, F 系列では 12.5 kg/mm^2 であり、疲労限応力と比較すると、その安全率は A 系列が約 1.6、D 系列が約 1.3、F 系列が約 1.6 であり、少し高めめの安全率を有している。これらの破断状況は D 系列では端からビードに沿って、F 系列ではビード内部から、また E 系列では母材のアーフストライク部から亀裂が発生した。

プレートガーダーの疲労実験

図-6 に示すプレートガーダーに付して、縦ビードおよび垂直スティフナーの取付溶接止端部の応力度が許容応力の 1 割増程度となるように荷重を定めて疲労実験を行った。この結果 $P/P_y = 0.068 \sim 0.231$ ($R=0.3$) の場合には 151 万回にて、また $P/P_y = 0.077 \sim 0.256$ ($R=0.3$) では 123 万回の時、折角中央のウェブにおける水平スティフナーの取付溶接止端部に亀裂が発生した。この亀裂発生箇所での荷重による応力度は圧縮であり、その値はそれぞれ $8 \sim 2.4$, $9 \sim 2.7 \text{ kg/mm}^2$ 程度であった。一般に疲労破損は引張応力の存在により起こるので、この種の破損は種々の拘束および溶接の影響によるものであろう。この要因として次のようなことが考えられる。

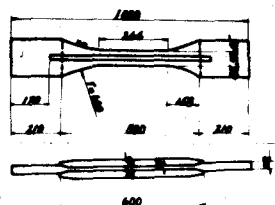


図-1 A, B, C 系列

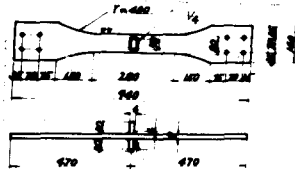


図-2 D, E 系列

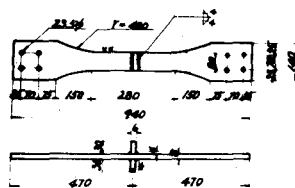


図-3 F 系列

1. 溶接線が複雑なことで、かなり高い残留引張応力が存在していると思われる。
2. 水平、垂直スティフナーの取付部などで応力集中が著しいと思われる。
3. 水平スティフナーの溶接止端部は技術的に困難な溶接なので、アークストライクおよびブローホールなどの溶接欠陥が存在しやすい箇所である。
4. 熱処理調質鋼なので溶接熱の影響を受けやすく、局部的に材質が変化しているのではないかと。
5. 水平スティフナーの止端部の形状が問題があるのではないかと。

＜考察＞

以上の実験は未だ中途であり、不完全なものであるが、高張力鋼の疲労強度および桁高の高い薄肉プレートガーダーの疲労性状に関する考察として、またこの種の研究を進めるために今後留意すべき点として次のようなことを言えると思う。

1. 種々の R の値に対して統計的に疲労実験を行わねば確かなことは解らないが、この実験($R=0$)に關しては示す書の許容応力は80 $\pm$ 鋼材に対して、少し安全側ではあるが、ほぼ妥当な値を与えようと思われる。
2. 実際の構造物の疲労強度は溶接熱による残留応力の影響が非常に大きく、疲労強度を予測することは困難である。この値が著しく大きいときは今回の実験のように圧縮側においても疲労破壊する可能性がある。この値は母材の板厚、溶接線の配置、脚長、その他の溶接条件により異なること確かでないが、種々のデータよりこの値は0.5~0.9 σ_y にも達するものと思われる。今後はこの応力を数多く測定し、統計的に処理する必要がある。
3. 設計に対しては R の値が小さい場合には高張力鋼の特性が得られないので、短径圓の橋梁には適当でない。またウェブ厚は静的座屈強度に対するのみでなく、ビードの脚長やスティフナーの剛性との関連をも考えるべきであると思う。
4. ウェブには応力の点みよりも疲労強度の点みよりも高張力鋼より軟鋼の方が適当ではないかと思われる。

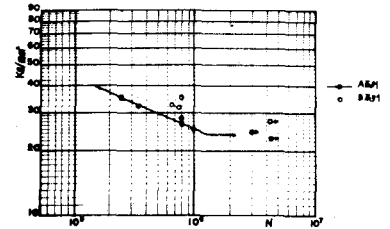


図-4 S-N曲線

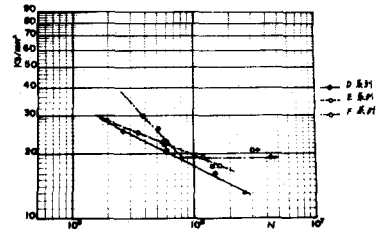


図-5 S-N曲線

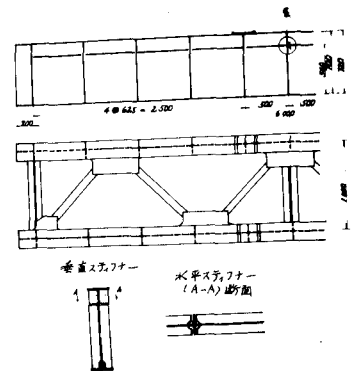


図-6 プレートガーダー