

I-132

大型試験体によるウェブガセット溶接継手の疲労試験

○ 鉄道総合技研 正員 川上博道
 新日本技研 正員 竹名興英
 東京工業大学 正員 三木千寿
 八千代製作所 正員 浅川和夫

1. まえがき

ガセットを縦方向にすみ肉でウェブに取り付けた継手について、ガセットの長さが疲労強度に影響を及ぼすことが知られている。最近改定されたアメリカのAASHTO及びイギリスのBS5400では、その長さによって設計等級を変えている。しかし、日本のJNRの設計標準では、長さにかかわらずC等級である。鉄道橋のよく生じる疲労変状の一つとして、図1に示すような補剛材の下端で面外変形によって疲労亀裂が発生している。この部分は面外変形による応力方向に対して、上記の継手の一種と考えることができる。本報告では、大型試験体を用いた疲労試験によって、ガセット長さがこの継手の疲労強度に及ぼす影響を調査した。また、補剛材と同じ形状の試験体で疲労試験を行い、その形状の影響についても検討した。

2. 試験の概要

2. 1 試験体

図2に示すように試験体は2種類(GA試験体及びGB試験体)製作した。主材とガセットの使用鋼材はSS41である。小型試験体では、溶接の残留応力が小さくなるために、実構造物に比べて、疲労強度が高くなるといわれている。この試験で用いる試験体は試験機に載荷可能な範囲で大型とした。AASHTOの基準ではガセットの長さ(L)が100mm以下と以上でそれぞれD等級とE等級に分類している。BS5400の基準ではLが150mm以下と以上でそれぞれF等級とF2等級に分類している。Lの短い試験体の試験は多く行われているので、ここではガセットの長さが比較的長い400mmで、板厚が9mmの試験体を製作した。

GA試験体は、通常のカセットをウェブに取り付けた継手の試験体で5本製作した。GB試験体は補剛材をシミュレートした試験体で6本製作した。これらの試験体の形状及び大きさは実際の橋梁の補剛材とほぼ等しい。また、試験体の製作にあたっては、実際の溶接状態を再現するために、ガセットプレートの端部にフランジを想定した板をあてて溶接を行った。

2. 2 試験方法

疲労試験は、動的能力1000kNの油圧サーボ制御方

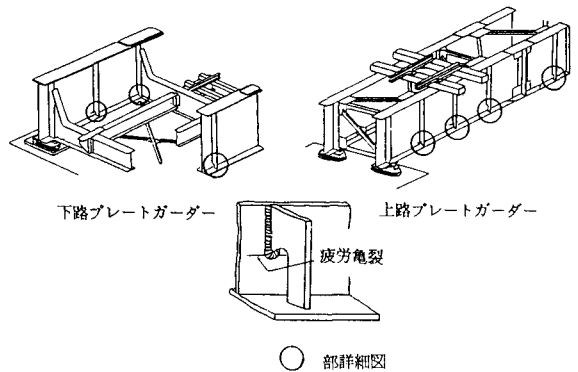


図1 補剛材下端の疲労亀裂

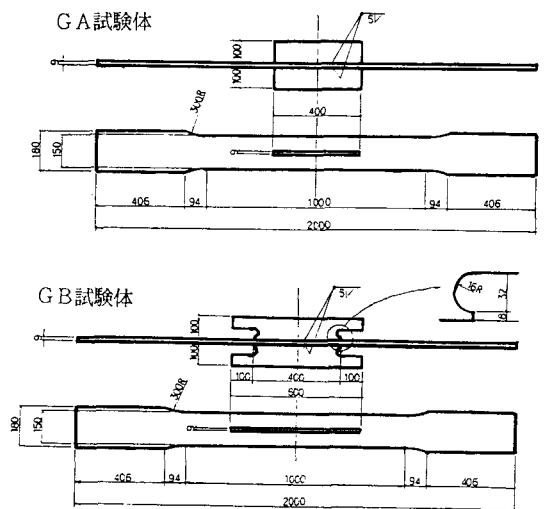


図2 試験体の形状

式の疲労試験機を用いて実施した。応力波形は正弦曲線で繰り返し速度は5~10Hzである。合計11本の試験体のうち、8本は最小応力を0、すなわち応力比を0で試験を行った。最近の基準では、応力比が-1以上で設計疲労強度が一定のものが多く、残りの3本の試験体では、応力状態の厳しい最大応力を降伏応力にし、最小応力を変化させて試験を行った。また、応力範囲が低い100MPa以下の疲労試験のデータが少ないので、主にその範囲で疲労試験を行った。

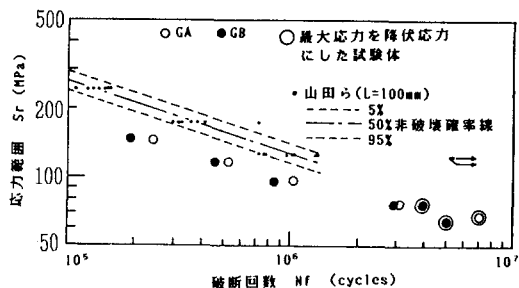


図3 試験結果(ガセット長さの違いによる疲労強度)

3. 試験結果

3.1 ガセットの長さ及び形状の影響 図3には今回の試験と、ガセットの長さが短い $L=100\text{mm}$ の試験結果³⁾とその試験結果の5%, 50%及び95%非破壊確率線を示す。この図より、ガセットの長さが長いことにより疲労強度が低下することがわかる。また、ガセットの形状が異なるGA試験体とGB試験体の疲労強度の違いは小さく、この程度の形状と溶接施工性の違いによる疲労強度の差がほとんどないことを示している。

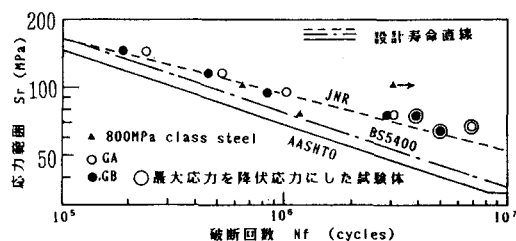


図4 試験結果と各国の設計寿命曲線

3.2 応力比の影響 溶接継手の小型の試験体では、実構造物に比べて溶接残留応力が小さくなるために、実構造物の疲労現象を再現していないといわれている。このため、小型試験体では最大応力を降伏応力とする試験方法があるが、今回の試験で最大応力を降伏応力として試験した場合は、図3に示されるように疲労強度の差はほとんどない。この理由として、この試験体はかなり大型であるので溶接残留応力がかなり高いこと、この継手は応力集中がかなり高い継手であることなどが考えられる。

3.3 外国の基準との比較 図4に800MPa級鋼を用いたガセット長さ450mmの試験体の試験結果とJNR, AASHTO及びBS5400の設計寿命曲線を示す。この図より、今回の試験体のようにガセット長さが比較的に長い場合は、JNRの寿命曲線は高過ぎる傾向にある。また、AASHTOの寿命曲線はやや低く、BS5400が適当と思われる。

4. あとがき

この報告ではウェブガセット継手のガセット長の影響について主に述べたが、この継手については主材の板厚の影響についても検討の余地が残される。これに関しては、現在この試験体の大きさをシミュレートした3次元FEM解析により検討を行っている。

参考文献

- 1) AASHTO: "Standard Specifications for Highway Bridges", 1977.
- 2) BS5400 Part10: "Steel, Concrete and Composite Bridges, Code of Practice for Fatigue", 1980.
- 3) 山田健太郎, 村山真, 近藤明雅, 菊池洋一: "大気暴露された無塗装の耐候性鋼および普通鋼溶接継手継手の疲れ強さ", 土木学会論文集, No. 337, 1983-9.
- 4) Shimokawa, H., Takena, K., Itoh, F., Miki, C.: "Fatigue of Large-Size Gusset Joints of 800MPa Class Steels", 土木学会論文集, 1985-4.