

三菱重工業 正員 梶本 勝也 村井 亮介
 神戸製鋼所 正員 安田 克典 正員 青野 信尹
 東京工業大学 正員 三木 千壽

1. まえがき

スカイレールは都市内の短距離輸送に適したロープ駆動式の懸垂型モノレールで、その軌道桁は図1に示すようにロールH鋼を2本並べて溶接した箱型状断面になっている¹⁾。この軌道桁の現場継手部は、①外面からの片面溶接になる、②ロールH鋼で低靱性となるウェブとフランジの交差部にスカラップを設ける必要がある、③輪荷重によって局所的に高い応力が発生する恐れがある、等のことから、その疲労強度が懸念された。そこで、実物大モデルによる疲労試験を行い、現場継手部の疲労強度を確認した。

2. 供試体及び試験方法

軌道桁の現場継手部に作用する主たる繰返し応力は、①車輻通過による全体的な曲げ応力、②車輪圧による局所応力、の2種類となる。そこで、①の荷重が支配的となる箇所については、図2に示すように実機の $\frac{1}{2}$ 断面(ロールH鋼1本分)を取り出した長さ3mのI桁梁による3点曲げ試験を行うこととした(以後、タイプI試験体と呼ぶ)。②の荷重が支配的となる箇所については、図3に示すように実機断面どおりの試験体を用い、下フランジ部を固定して中央位置の上フランジ張出し部に実機と同様のタイヤ部分を組み入れた載荷治具を介して荷重を負荷した(以後、タイプII試験体と呼ぶ。なお試験の都合上、上下は実機と逆になっている)。

各試験体はSM490YBのロールH鋼を用い、スカラップの加工においてはガス切断等の熱加工による欠陥の発生と形状的な応力集中をできるだけ避ける目的で、ドリル孔とガス切断部に対してグラインダー仕上げを行った。なお、疲労試験の荷重繰返し速度は8Hzである。

3. 疲労試験結果

(1) Type I 試験体

実機および試験体について行ったFEM解析と静的載荷による応力計測値から、ウェブ側現場溶接部に作用する応力が実機の1.2倍($\Delta\sigma_{web}=49\text{MPa}$)になるように試験荷重($\Delta P=20\text{Tonf}$)を設定して第1回目の試験を行ったが、繰返し数 10^7 回で疲労き裂の発生が認められなかった。このため、試験荷重を順次高めて試験を続行した結果、第4回目の試験($\Delta\sigma_{web}=170\text{MPa}$, $\Delta P=69.5\text{Tonf}$)の 8×10^5 回において、スカラップのウェブ側母材部に疲労き裂の発生、進展が確認された。以上の結果を、日本鋼構造協会(JSSC)の疲労設計曲線²⁾上にプロットして図4に示す。図から次のことがいえる。

① スカラップ部のウェブ側現場継手部(裏当て金付き片面溶接JSSC強度等級F)

② 縦方向溶接継手に設けられたスカラップ部(JSSC強度等級G)

の2箇所とも、今回採用した施工法による継手は該当するJSSCの疲労設計曲線よりも十分高い疲労強度を示すことが確認された。

(2) Type 2 試験体

FEM解析と計測値から、輪荷重によるふくらみ変形によって下フランジの長手方向に比較的大きな局所応力(設計輪荷重 4tonf で 37MPa の値)が発生することが明らかになった。そこで、下フランジ外面の長手方向応力が、局所応力に衝撃効果と全体曲げ成分による応力を加味した最大設計条件($\Delta\sigma_{LIF}=83\text{MPa}$, $\Delta P=10\text{tonf}$)になるようにして第1回目の試験を行った。その結果、繰返し数 10^7 回で疲労き裂の発生が見られなかった。さらに1.2倍に荷重を高めて試験を続行したが、同じく 10^7 回で疲労き裂の発生は認められなかった。以上の結果を前示図4のJSSCの疲労設計曲線上にプロットして示す。図から、下フランジ側の現場溶

接部及びスカラップ部は強度等級Dの設計疲労曲線よりも十分高い疲労強度を有することが確認された。

4. まとめ

スカイレール軌道桁の現場突合せ継手部の疲労に対する安全性を検討するため、実物大モデルによる疲労試験を行い、十分な疲労強度を有することを確認した。したがって、実機においても今回と同様な品質が得られる施工法と検査法が採用されれば、疲労強度上問題を生じないものと考えられる。

〔参考文献〕

- 1) 倉田ほか；ロープ駆動式新輸送システム；スカイレール，機械学会第2回物流部門大会講演論文集
- 2) 〔社〕日本鋼構造協会；鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版，1993 (1993-12)

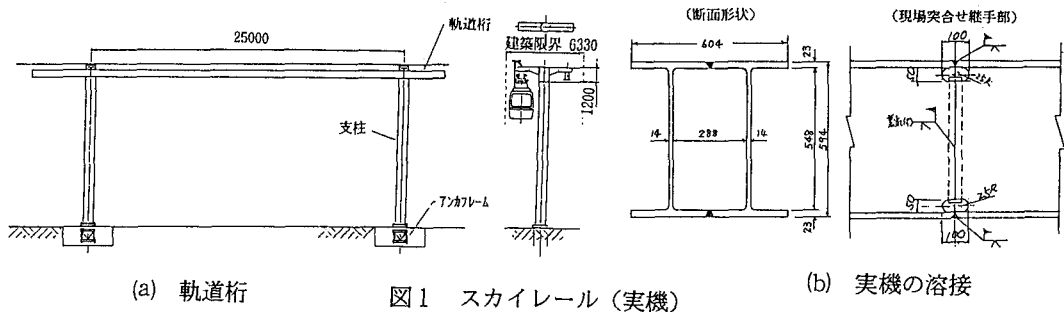


図1 スカイレール（実機）

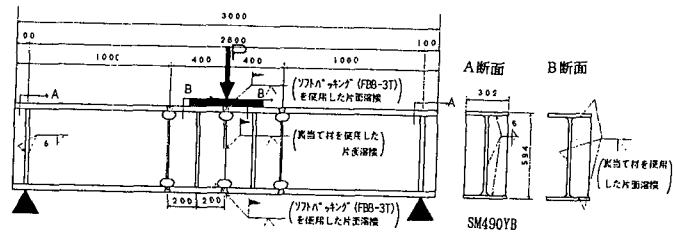


図2 タイプI試験体

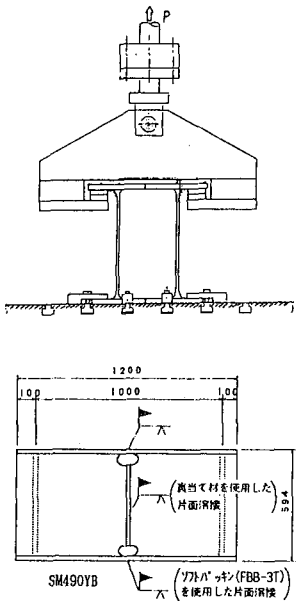


図3 タイプII試験体

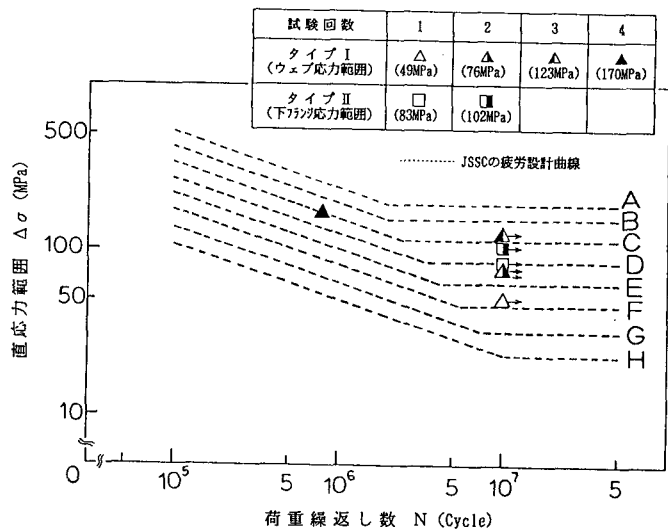


図4 試験結果とJSSCの疲労設計曲線との比較