

まくらぎ下に局部的腐食を有するプレートガーダーの残存耐荷力

広島大学大学院 学生会員 ○岡本章太
西日本旅客鉄道(株) 正会員 近藤拓也

広島大学大学院 正会員 藤井 堅
西日本旅客鉄道(株) 正会員 中山太士
大阪工業大学 フェロー会員 松井繁之

1. 背景と目的

既設の鋼鉄道橋において、桁に直接まくらぎを載せている構造形式のものがある。その鋼鉄道橋の腐食現象として、まくらぎ設置箇所の上フランジの局部的な腐食が多く見られる。このまくらぎ下の上フランジは、湿潤状態になりやすいだけでなく、列車通過時の振動や衝撃により塗膜が劣化し、また擦過するために他の部位に比べて腐食の進行が早い傾向にある。以下、この腐食形態をまくらぎ下腐食と称する。

そこで、本研究ではまくらぎ下の腐食が桁の残存耐荷力に与える影響を調べるため、まくらぎ下腐食を模擬したプレートガーダーの局所荷重載荷実験を行う。次に実験に対応した FEM 解析を行い、これらの結果からまくらぎ下腐食がプレートガーダーの残存耐荷力に与える影響を調べる。

2. 載荷実験概要

図-1 に載荷実験概要を示す。供試体下部は 2 点ローラー支持とし、500t 油圧ジャッキにより局部腐食区間に局所荷重を作用させる 1 点載荷とした。図-2 の供試体設置状況に示すように、横倒れ防止装置を使用している。まくらぎ下の局部腐食は供試体中央部に幅 200mm とし、この位置の上フランジ板厚のみを変化させている。なお、供試体は局所荷重が崩壊の支配要因となるように曲げの影響を小さくした供試体スパンとした。

3. 載荷実験結果

各供試体の耐荷力を図-3 に示す。まくらぎ下の局部腐食が激しいほど、残存耐荷力が低下しているのが分かる。なお、図-3 は局部腐食のない供試体 PG00 の最高荷重で除して無次元化している。

実験後の崩壊状態の一例を図-4 に示す。全ての供試体で局所荷重直下のウェブに局部的面外変形が生じて崩壊に至った。また、図-5 の荷重直下のウェブの面外変位分布より、まくらぎ下の局部腐食量に関わらず、大きな局部的面外変形を生じる位置はほぼ同じであることが分かる。

図-6 に荷重直下中央断面での最高荷重時におけるウェブの Mises 応力分布を示す。局部腐食の激しい供試体 PG70 はウェブが降伏応力に達していないことが分かる。そして、

荷重-ウェブの面外たわみ曲線は図-7 の通りである。この図より、最高荷重では供試体 PG70 は 10mm 以上の大きな面外変位を生じている。以上より、局部腐食の激しい供試体 PG70 はウェブの弾性座屈が生じて崩壊したと考えられる。

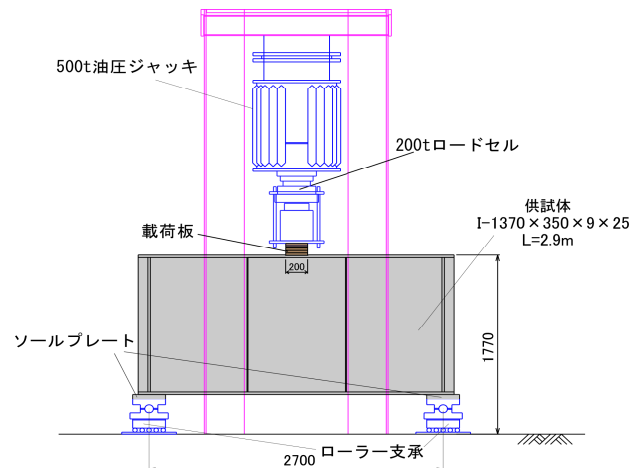


図-1 載荷実験概要図

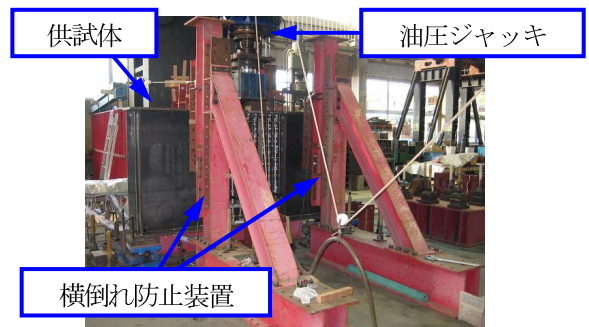


図-2 供試体設置状況

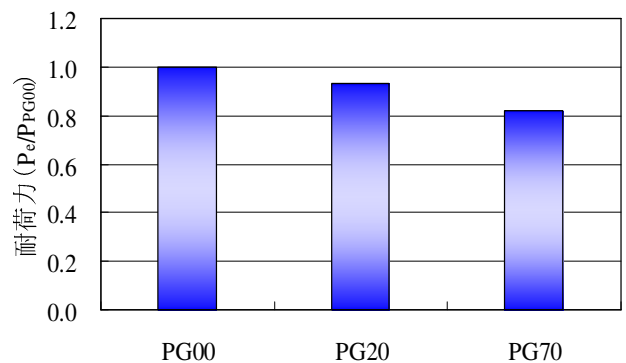


図-3 耐荷力一覧

4. 有限要素解析

汎用構造解析コード ABAQUS を用いて有限解析を行った。解析モデルは 4 節点シェル要素で、まくらぎ位置の上フランジが片面腐食となるように要素の中央面を変化させている。応力-ひずみ関係は材料試験結果を真応力-真ひずみに換算して使用し、降伏判定はミーゼスの降伏条件とした。荷重条件は線荷重を局所荷重載荷区間の上フランジとウェブの接合辺に与えている。

5. 解析結果

供試体 PG70 の荷重-変位曲線を一例として、実験結果とともに図に示す。図-8 より、弾性域の剛性、残存耐荷力、耐力低下といった実験の挙動を解析でもよく表現できていることが分かる。同様に供試体 PG20 の変形図を示す。図-9 に示すとおり、局所荷重直下のウェブに局部的な面外変形が生じており実験結果とよく一致している。

以上より、実験供試体の材料特性、初期不整などのデータを解析に反映させれば、耐荷力・変形図など実験とほぼ同様の結果を得られるが分かる。

6. 結論

- (1) プレートガーダーの残存耐荷力は、まくらぎ下の局部腐食が激しいと低下するが、大きな局部的な面外変形を生じる位置はほぼ同じである。
- (2) 上フランジの局部腐食が激しいと、局所荷重直下のウェブは弾性座屈が生じて崩壊にいたる。
- (3) 供試体寸法や初期不整、材料特性などのデータを解析に反映させれば、残存耐荷力や崩壊状態など実験とほぼ同様の結果を得ることができる。



図-4 崩壊状態 供試体 PG20

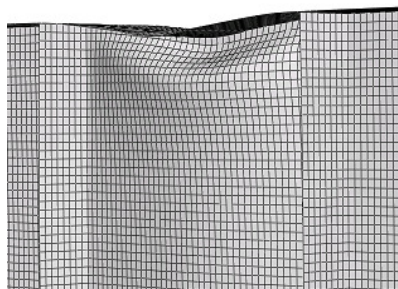


図-9 変形図 供試体 PG20

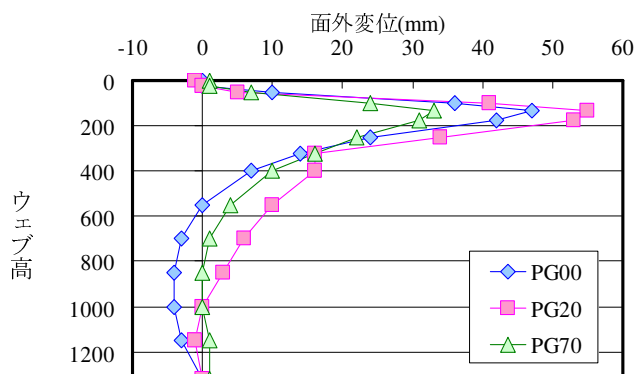


図-5 ウェブの面外変位分布 中央断面

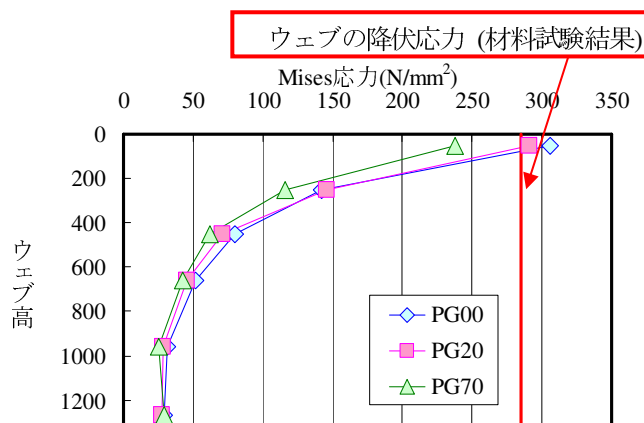


図-6 Mises 応力分布 中央断面

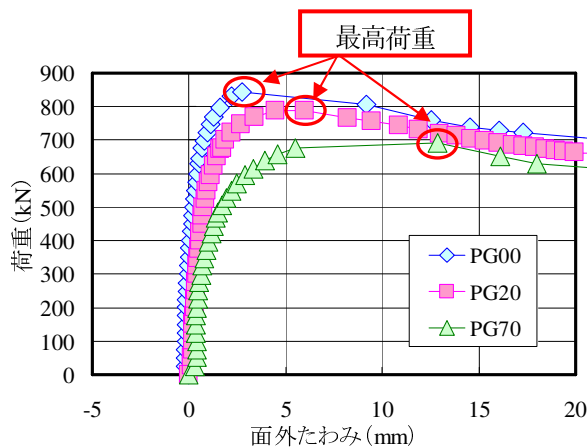


図-7 荷重-面外たわみ曲線

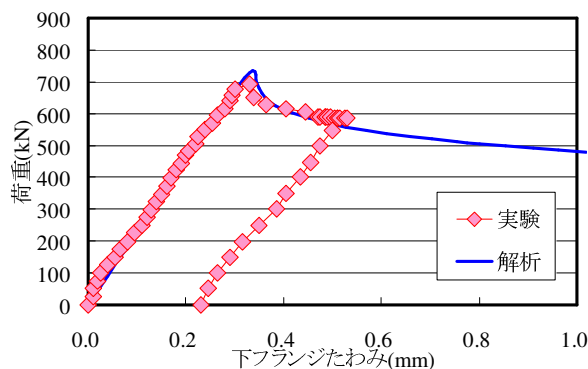


図-8 荷重-変位曲線 供試体 PG70