

I-236

現場溶接継手の疲労強度の研究

日本鉄道建設公団 正員 稲葉紀昭 保坂鐵矢
トピー工業（株） 正員 ○山田 聡 酒井吉永

1. まえがき

現場溶接継手は、工場溶接に比較して、開先精度の確保が難しいこと、気象条件の影響を受けること、継手の位置で溶接姿勢が決まることなどの要因によって、溶接欠陥が生じ易い。そこで、本試験では大型箱桁の全断面十字継手（水平継手と垂直継手の併用）を考慮した現場溶接に着眼し、溶接内部の欠陥および溶接止端部の形状が疲労強度に及ぼす影響、また、溶接の交差部やパッチ部など疲労設計基準にない現場溶接継手の疲労強度を確認することにした。

2. 試験体および試験方法

図-1に示すように、現場溶接継手は、様々な形式の継手から構成される。本試験では、タイプA～Dの継手に着目して、現場溶接の溶接方法および溶接姿勢を考慮して、1m×1m、板厚16mmの鋼板で溶接を行い、図-2に示すような幅80mmの疲労試験体を10体切り出した。材質は、主桁で最も多く用いられるSM50Y材である。

タイプA：フランジを下向き溶接する場合を想定した。この場合、放射線透過試験結果は1級であり、溶接欠陥がほとんどなかった。そこで、溶接止端形状の影響を調べるため、この場合のみ、溶接止端部は仕上げなかった。（2体）

タイプB：ウェブの溶接を想定して、立ち向き姿勢で溶接を行った。この場合、試験体にはブローホールを含むものがあり、そのうち1体には2級と判定される小さなブローホールが数個あった。そこで、これらの内部欠陥の影響を調べるため、溶接部は仕上げた。（5体）

タイプC：ウェブに水平溶接がある全断面の立ち向き溶接をする場合を想定した。この場合、水平溶接線および全断面の立ち向き溶接線が交差する。この場合、溶接部は仕上げた。（1体）

タイプD：ウェブにスカラップが空けられた場合を想定した。これは、疲労強度の向上を狙うため、フランジを溶接し、ウェブの立ち向き溶接を行った後、スカラップ部に完全溶込み溶接でパッチ板を当てた。この場合も、溶接部は仕上げた。（2体）

疲労試験は100ton油圧サーボ式疲労試験機（島津製作所製）を用いて、片振り（ $R=0.05\sim0.1$ ）で繰り返し速度10Hzで行った。

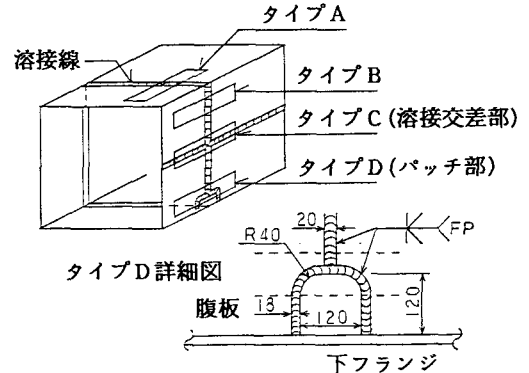


図-1 現場溶接継手

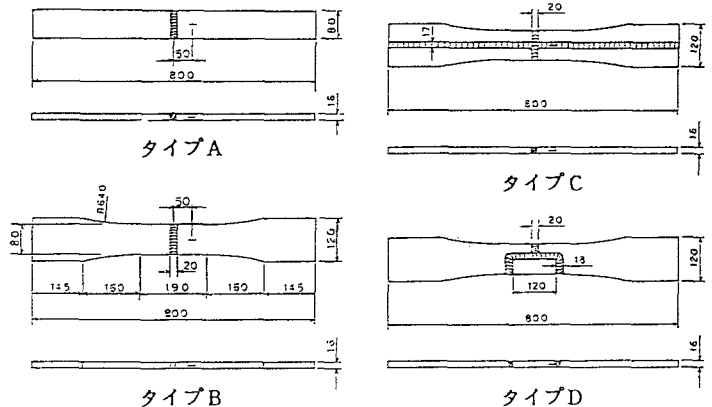


図-2 試験体

3. 疲労試験結果

表-1に、各タイプの代表的な破面状況とそのき裂発生点を示す。

タイプA：疲労き裂は、溶接止端部から発生した。横突合せ溶接継手は、JSSCの疲労設計指針および鉄道構造物等設計標準（以下標準）の継手分類でD等級に相当する。裏当て材を設けた下向き溶接であるため、溶接ビード形状は良好であり、疲労強度は図-3に示すように、この継手の許容応力度を十分満足した。

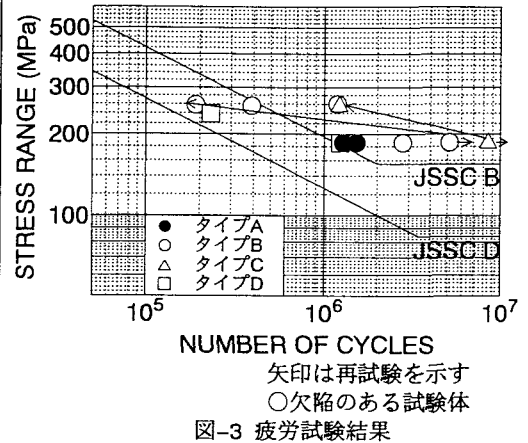
タイプB：疲労き裂は、表面に出た、あるいは内部のブローホールから発生した。横突合せ溶接の溶接部仕上げは「JSSC」および「標準」の分類のB等級に相当するが、ブローホールを数個含む1体だけB等級を下まわった。

タイプC：疲労き裂は、内部のブローホールから発生した。この場合、ブローホールは0.5mmであり、かなり小さいため、図-3に示すように、疲労強度は高くなっている。

タイプD：疲労き裂は、内部の融合不良から発生した。このように溶接線が重なるような継手は「JSSC」および「標準」の継手分類にはないが、疲労強度はC等級程度であった。

表-1 代表的なき裂発生位置とピーチマーク

	破断面	き裂発生位置
タイプA		溶接止端
タイプB		ブローホール（1級） ブローホール（数個）（2級）
タイプC		ブローホール（0.5mm）
タイプD		ブローホール 融合不良（4.0x6.0mm）



4. まとめ

疲労試験はタイプA、B、C、Dの4種類の試験体の合計10体行った。溶接したままの試験体であるタイプAでは、溶接止端部からき裂が発生した。溶接止端部余盛りを仕上げた試験体では、表面に出たブローホールあるいは内部のブローホールや融合不良からき裂が発生した。疲労強度は、JSSCの疲労設計指針および標準によると、横突合せ溶接継手で非仕上げの良好な形状の裏波を有する片面溶接はD等級であり、余盛りを削除したものはB等級である。非仕上げのタイプAは、JSSCおよび標準のD等級を十分満足した。仕上げを行ったタイプBは、概ねB等級を満たしたが、溶接内部の欠陥の大きさや数、さらに角変形の影響を受け、B等級をわずかに下まわるものがあった。これは、現場溶接による品質、つまりいかに欠陥を少なくし、製作精度を上げることが品質向上に役立つことを示している。そして、タイプDは、構造的に溶接内部に融合不良が生じ易く、非破壊試験で判定しにくいことから、D等級が適当であると考えられる。

現在、実物大の鋼箱断面の模型試験体³⁾から切り出した試験体で、疲労試験を行っており、今後、現場溶接継手の疲労強度をより明確にしていく予定である。

参考文献：1) 日本鋼構造協会(JSSC)、疲労設計指針（案）、1989.

2) 鉄道構造物等設計標準、運輸省鉄道局監修、鉄道総合技術研究所、1992.

3) 保坂鐵矢、箱桁全断面十字継手の実物大模型試験、平成5年9月第48回年次講演概要集投稿（予定）