

I-201 電気炉平鋼の鋼鉄道橋への適用に関する研究（その1）

電気炉平鋼の溶接性試験結果と疲労特性

日本鉄道建設公団 設計室 正員 稲葉紀昭
 日本鉄道建設公団 設計室 正員 保坂鐵矢
 トピー工業（株）スチール事業部 根本 弘
 トピー工業（株）第一技術研究所 正員 津澤 稔

1. はじめに

最近土木橋梁分野では、電気炉鋼の品質向上に伴い、切断加工が少ない、材料コストが安いという理由で電気炉鋼材の土木構造物への適用が検討されている。電気炉平鋼は高炉切板材と比較して①圧延によりコバ丸みが発生する、②圧延中に発生するミルスケールが若干多い事によりその溶接性及び疲労特性が懸念されるが十分解明されていない。このたび溶接継手部の品質特性、電気炉材の疲労特性を確認できたので実用化の第一ステップとして京葉都心線新八丁堀駅のホームのSRC梁に採用した。

本報では、電気炉平鋼材のコバ形状並びにミルスケールの溶接性に与える影響を調べる為の試験及び基本的溶接継手の疲労強度試験結果の概要を述べる。

2. 試験方法

平鋼300×28t（SM50A）、300×16t（同）を溶製、圧延し供試材とした。この供試材の機械試験結果は一般電炉材のデータ⁽¹⁾と変わらないので同材質の電炉材を代表するものと考えた。供試材の条件として表1に示すようにミルスケール厚さを3水準、コバ丸みを3水準選定し供試材を作製した。又比較材として高炉材（t=28、SM50A）の鋼板を用意した。

溶接性試験として、被覆アーク溶接により突合せ継手、十字継手、T継手その他を作製した。突合せ継手で基本溶接継手性能を確認した。コバ丸みの影響については十字継手で十字すみ肉溶接部の引張強度を調べT継手のすみ肉溶接部断面マクロ試験で溶込み状態を調べた。ミルスケールの影響についてはT継手の破面試験で溶込み状態とBH、等を調べた。同様に、フランジガセット継手、十字横グループ継手、腹板ガセット継手疲労試験片を作り、油圧サーボ100トン疲労試験機により試験を行った。

3. 試験結果

3.1 基本溶接継手性能試験 引張、曲げ試験共良好であり、衝撃試験の $v E_o$ は d_{epo} からHAZで、4.8kgm以上になっている。また、遷移温度は-10℃である。十字継手引張試験では引張強度は電炉材、高炉ガス切断材共変わらずルート部より溶接金属を斜めに破断した。

3.2 溶接性試験 すみ肉溶接部断面マクロを写真1に示す。観察の結果、ルート部、溶接金属共に欠陥は発生しておらず、のど厚も確保されている。Bの様に、コバ丸み大の場合はルート部に隙間が生じて若干スケールが詰まっているのが観察されたが直接溶接部の品質に影響はないと思われる。B材は故意にコバ丸

U300×28の例 表1 供試材の条件

ミルスケール厚 (mm)	コバ形状の丸み (mm)								
	大 (注5) (○)				小 (注5) (△)		無 (注5) (▲)		
	試験体番号	(注1)		試験体番号	(注1)		試験体番号	(注1)	
		C1	C2		C1	C2		C1	C2
(注2) なし	A	1.5 ~2.5	4.0 ~6.0	C	1.4 以下	3.4 以下	F	0.0	0.0
(注3) 0.03以下	B	1.5 ~2.5	4.0 ~6.0	D	1.4 以下	3.4 以下			
(注4) 0.04 ~0.10				E	1.4 以下	3.4 以下			

(注1) コバ形状丸みは下図に示す弊社測定方法による。

(注2) 圧延中に高圧水噴射（デイスケーラー）によりミルスケールを除去すると共に、圧延後製品をショットし、ミルスケールを完全に除去する。

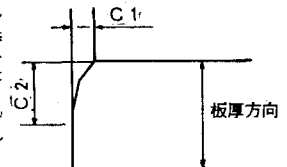
(注3) 圧延中に高圧水噴射（デイスケーラー）によりミルスケールを除去する。

(注4) 圧延中に高圧水噴射を行わない。

(注5) 大……コバ形状を故意に大きくした。

小……一般的なコバ形状。

無……コバ部をガス切断した。



みを大にしたが通常は写真1のDに示す状態である。

ルート部のくい込みと隙間の関係を図1に示す。ここでくい込み c と隙間 d を図1の詳細に示す量として測定した。くい込み c はガス切断材で約1mm、コバ丸み小の場合は約1.2mm、コバ丸み大の場合で1.3～2.8mmとなっている。コバ丸みの増加に伴って、くい込みが得られる反面、隙間も増加する。

T継手破面試験の観察でルート部において、ガス切断材では電炉材、高炉材共溶込み線が均一に揃っているがコバ丸みの増加に伴って若干の不整が認められた（試験片D、E）。又、スケール厚みを変えたD、E試験片においてスケール厚みが多くなると、BH.の径、量が増加する傾向にある。

3.3 疲労試験 今回は、鋼鉄道橋設計基準の疲労設計の継手区分に従い基本的な疲労強度を確認した。各試験片はこの継手区分でB、C、D等級に分類されるが試験結果はいずれも疲労設計線をクリアしている。そのうちフランジガセット継手疲労試験片のSN線図を図2に示す。き裂の発生点を調べた結果フランジガセット継手ではR止まり、十字横グループ継手、腹板ガセット継手ではすみ肉止端部から発生している。

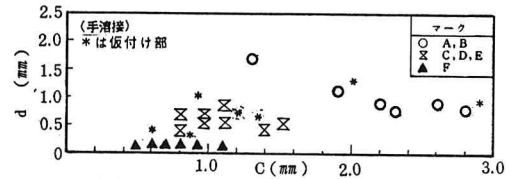


図1 ルート部のくい込み c とスキマ d の関係

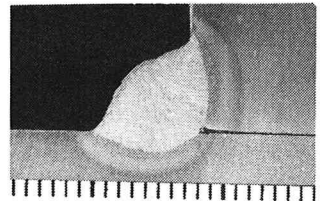
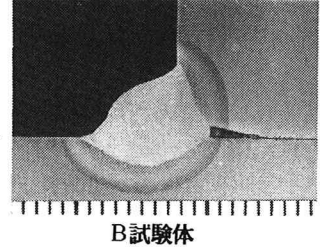
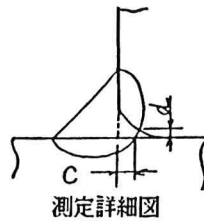


写真1 T継手マクロ結果

溶接条件	
低水素系	5φ
220A, 26V	
18cm/min	
脚長	6mm

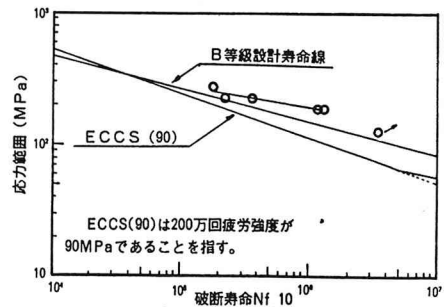
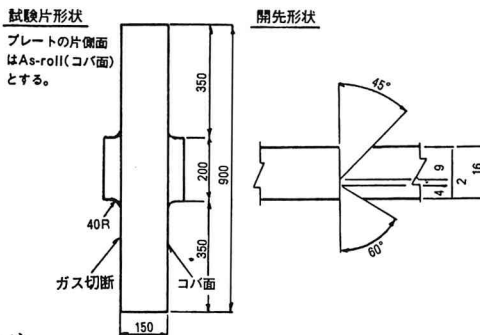


図2 疲労試験結果(フランジガセット溶接継手)

4. まとめ

電気炉平鋼のコバ丸みとミルスケールが溶接性に及ぼす影響を調べた結果、次のことが分かった。コバ丸みの影響がでるとおもわれるT継手すみ肉溶接ルート部の溶込み状態はガス切断材と同等であるが、コバ丸み大の場合は継手の隙間が大きくなることも考えられるのでコバ丸みについて注意が必要である。しかし、通常の丸みではすみ肉溶接部の静的強度は変わらない。一方、スケール厚みはBH.に影響しているものと考えられるのでディスクレーの高圧水噴射によるミルスケール除去が必要と思われる。又、今回の電炉材では鋼鉄道橋設計基準にある基本的な疲労強度は疲労設計線をクリアする事が分かった。

今後はさらに、他の継手疲労試験を加えると共に桁モデルの試験を予定している。

5. 謝辞 本研究の実施に当たり土木学会鋼材規格小委員会、堀川浩甫委員長に丁寧なご指導を賜り厚くお礼申し上げる次第である。

参考文献：(1) 日本鉄鋼連盟 広幅平鋼研究委員会『電炉広幅平鋼(SM50A)の力学的性能、溶接性に関する特性研究』S63年6月