

実物大模型試験体による現場溶接継手の非破壊試験

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

1. まえがき

美観や防錆の観点から、高力ボルト継手に代わり現場溶接継手が用いられるようになってきた。現場溶接は現場での溶接施工の煩雑さと溶接部の品質の問題から、必ずしも経済的な継手形式とならないことがある。たとえば、鉄道橋では現場溶接の欠陥等級によって、疲労強度を低減するように規定されている。なぜなら、現場溶接は屋外で行うため、気象条件の影響を受け、また、溶接継手の位置によっては不利な姿勢で溶接することになり、溶接欠陥が生じ易いからである。しかし、現場溶接であっても、溶接部の仕上げが可能で、溶接欠陥が発生しないような溶接法を使用し、それが非破壊試験で確認できるのであれば、工場溶接と同じに扱うことが可能と思われる。そこで、本研究では箱桁を現場溶接する場合に問題になる箇所を明らかにするため、実物大の大型模型試験体を用いて現場溶接と同等条件となる溶接施工試験を行い、超音波探傷試験および放射線透過試験で溶接部の欠陥が生じる箇所を把握した。

2. 溶接施工試験

大型模型試験体は写真-1、図-1に示すように4ブロックから成り、桁高3.7m、ウェブ間隔2.4m、長さ5.0mである。使用した鋼材はSM490Yで、上フランジおよびウェブは板厚15mm、下フランジは板厚22mmである。これらの4ブロックを拘束治具で組立てた後、腹板の溶接を先行し、下フランジの溶接を行った。腹板溶接は溶接線交差部350mmの長さの部分を先に溶接し、横向き溶接を先行し、立向き溶接を行った。

溶接施工は工場内で高さ170cmの作業架台で行った。溶接は溶接線交差部以外はすべて、自動溶接で行った。桁内面には縦リブがあるため、桁内面に裏当て材を取付け桁外面から片面自動溶接を行った。その順序は図-1に示すように、①～⑧の順に行い、同時に①と①'、②と②'のように溶接した。

溶接品質の着目点として、ウェブの全断面溶接線と水平溶接線の交差部(図-1のa)、およびウェブとフランジの全断面溶接線の交差部(図-1のbとc)がある。交差部の溶接はカスケード法を基本系とした交差部(図-1のaとb)と、腹板のスカラップにパッチ板を当てるパッチ処理法(図-1のc)の2種類の方法で行った。詳細を図-2(a)、(b)、(c)に示す。

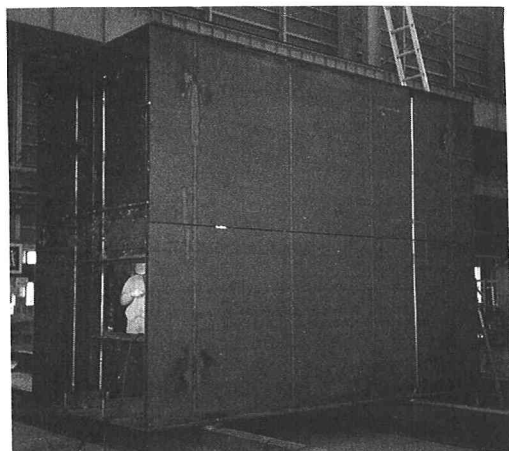


写真-1 大型模型試験体

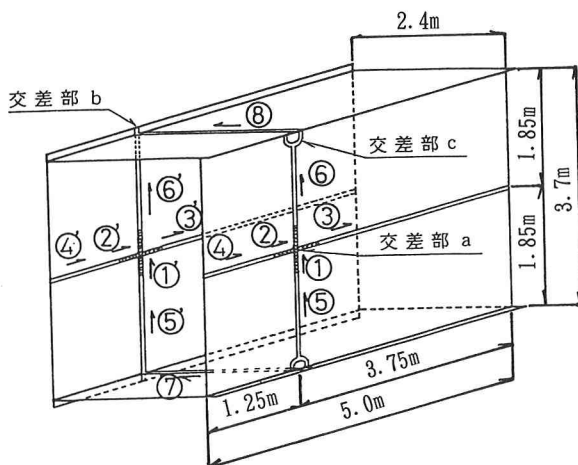
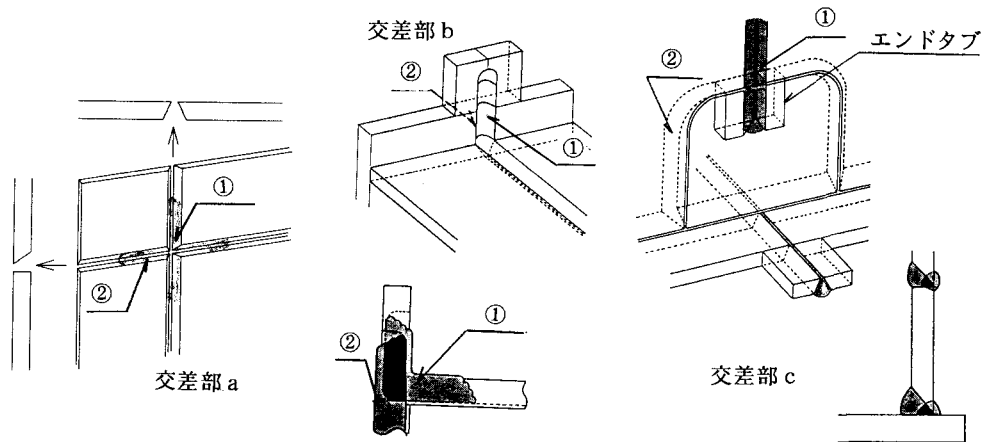
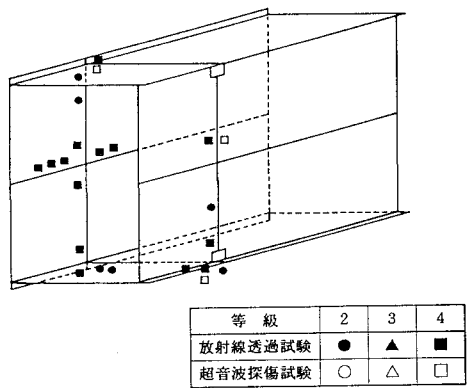


図-1 ブロックおよび溶接順序



図－2 溶接線交差部の開先と溶接方法 ①，②は溶接順序

表－1 放射線透過試験による溶接欠陥の位置



図－3 非破壊試験結果

溶接線	欠陥の種類	溶接欠陥の発生位置			
		積層部	裏波部	開先部	つなぎ部
上フラッグ (下向)	LF	○	○		
下フラッグ (上向)	BH	○		○	○
	BH	○			
	LF	○		○	
	BH	○			
	P			○	
ウェーブ (立向)	LF		○		
	BH			○	
	集中BH		○		○
	集中BH				○
	LF		○		
	BH		○		
	LF		○		
	集中BH				○
ウェーブ (横向)	BH		○	○	
	BH		○		
	LF	○			
	LF	○			

3. 非破壊試験の結果

溶接終了後、内部欠陥の位置や状況を調べるため、放射線透過試験および超音波探傷試験を行った。放射線透過試験は突合せ溶接部の全線行い、超音波探傷試験は突合せ溶接以外の全線について行った。これらの試験の結果とおよその欠陥位置を図－3に示す。溶接欠陥は、表－1に示すように、ブローホール(BH)や融合不良(LF)が溶接線交差部近傍の溶接始終端部に多くみられ、溶接姿勢から判断すると溶接長比率で上向き、立向きそして横向きの順という現場溶接特有の特徴を示している。また、溶接欠陥の発生位置は、溶接ビードの始終端を含む積層部、片面溶接であるため裏波部、開先部およびつなぎ部にみられた。

4. まとめ

本研究では、現場溶接継手の疲労強度を明らかにするため実物大の模型試験体を用い、現場溶接施工後非破壊試験を行った。溶接線が交差する場合、カスケード法とパッチ処理法を用いたが、これらの箇所はブローホールや融合不良が発生しやすい。今後、さらに、構造ディテールの検討および現場溶接の方法や疲労強度を検討していく予定である。

参考文献

1) 日本鉄道建設公団：鋼鉄道橋現場溶接施工の手引，1980年6月。
2) 稲葉他：現場溶接継手の疲労強度，構造工学論文集，Vol. 40A，pp.1243-1253，1994. 4。