

I-453 鋼鉄道橋溶接部の品質検査手法に対する一考察

鉄道総研○正員 柳沼謙一 鉄道総研 正員 阿部 允  
 鉄道総研 正員 杉本一朗 鉄道総研 正員 阪本謙二  
 (株)ナック 正員 川崎敏夫 川崎製鉄(株) 正員 中村聖三

1. まえがき

JRでは鋼構造物の溶接部の内部欠陥に対する検査は、一部を除いて放射線透過試験による検査(以下RTと称する)が実績的に多い。しかし、最近では超音波探傷検査(以下UTと称する)技術も向上し、いくつか実用化の段階に達しているものもある。ところが、品質の検査手法がRT時代の準用という形で適用され、必ずしも現状に調和したものとなっていない面もあった。さらに最近の示方書では、疲労強度をブローホール等の内部欠陥と関係づけて設定する<sup>1)2)</sup>など、着目すべき欠陥の検出能力と検査基準との兼ね合いも重要になってきている。

本報告は、より実情にあった検査方法を構築するため、検査精度に関する試験、および欠陥の大きさと強度の関係についての検討の概要を示すものである。

2. 検討方法

検討方法の手順を図-1のフローチャートに示す。その概要を示すと、まずUTでテストピースにおける溶接欠陥を検出し、その欠陥の有無、種類、形状、寸法および位置の確認をするため切断試験または破面試験を実施する。一方、許容できる溶接欠陥の寸法等を求めるための溶接欠陥と疲労強度との関係のデータベース化を行う。

ここで、今回対象とする溶接欠陥は、主にブローホールとスラグ巻き込みとした。どちらも溶接する際に起こりやすい内部欠陥である。内部欠陥としては他に融合不良や割れなどがあるが、鉄道橋の場合、主要継手は裏はつりを伴う完全溶け込み溶接を原則としているので、融合不良等が起きないとして、今回は対象外とした。

以下に、フローチャートに示す各項目について具体的に示す。

(1) 試験体の作成

溶接欠陥を内在させた試験体は、実構造物における、

- ① 橋脚および主塔の突き合わせ溶接部
- ② 鋼床版および主桁腹板の突き合わせ溶接部
- ③ 主桁フランジと腹板のすみ肉溶接部

を想定して3通りとした(表-1)。

(2) 非破壊検査による溶接欠陥の検出試験(表-2)

UTによる溶接の欠陥検出および欠陥指示長さ

の評価等に関するデータを収集した。UTについては記録のできるAUT(超音波自動探傷試験)と以前からよく行われているMUT(超音波手探傷試験)の両方を行い(一部AUTのみ)、検出レベルは双方ともL線およびL/2線で行った。また、RTによる検出試験も行った。

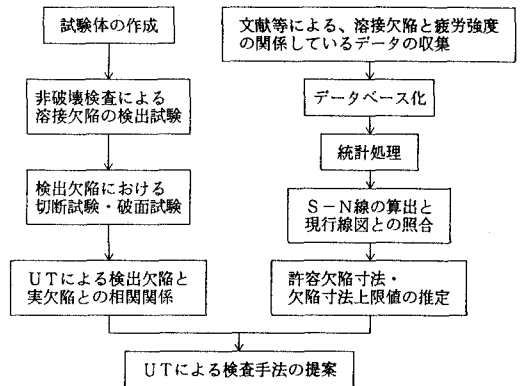


図-1 検討手順フローチャート

(3) 検出欠陥における切断試験・破面試験(表-2)

非破壊検査(RT・AUT・MUT)で検出された欠陥について、欠陥の有無、種類、形状、寸法および位置の確認をするため切断試験または破面試験を行って実欠陥を把握した。

表-2を見てもわかるとおり、橋脚や鋼床版等に使用する板厚においては、現段階ではサンプル数は少ないが、L線よりL/2線検出レベルでの欠陥指示長さの方が実欠陥に近い値を示していると言える。

なお、これ以後は今後の継続作業として進めているもので、今後の方針を示す。

(4) UTによる検出欠陥と実欠陥との相関関係

(2)および(3)のデータからUTによる検出欠陥と実欠陥との相関性を調べ、相関性の高い範囲を検出可能範囲とする。経験的には欠陥寸法が大きいほど相関性が強くなると思われる。

(5) 文献等による、溶接欠陥と疲労強度の関係しているデータ収集の継続

(6) データベース化: データベースの主な特徴は欠陥と疲労強度との関係、荷重の種類(主に変動荷重データの収集に力を入れる)、また、同時に破壊じん性に関するデータも含める。

(7) 統計処理: 平均値・標準偏差・相関係数・信頼区間等を算出する。

(8) S-N線の算出と現行線図との照合

(9) 許容欠陥寸法・欠陥寸法上限値の推定: 欠陥の大きさと継手強度の関係を整理する。

(10) UTによる検査手法の提案: 製作マニュアル等に反映する。

表-1 試験体の製作概要

	①	②	③
板厚	19mm	12mm	12&9mm
溶接全長	4m	4m	6m
鋼種	SM490	SM490	SM570
開先形状等	レ形	V形	すみ肉

表-2 試験結果一覧表(一部)

試験体記号	RT結果		AUT結果				MUT結果				切断試験結果		
	X距離	欠陥長さ	L線検出レベル		L/2線検出レベル		L線検出レベル		L/2線検出レベル		欠陥長さ	欠陥種	
			Xmax	指示長さ	Xmax	指示長さ	Xmax	指示長さ	Xmax	指示長さ			
a	---	---	---	---	2.7	1.1	---	---	3.4	1.0	1.1	pipe & S.I.	
	---	---	6.1	7	6.1	1.4	6.7	5	6.7	1.2	1.3	B.H.	
	---	---	2.30	1.1	2.30	1.6	2.38	8	2.38	1.2	1.4	S.I.	
	---	---	2.72	1.4	2.72	2.1	2.81	1.4	2.81	1.8	1.9	割れ	
	---	---	3.10	8	3.10	1.2	3.10	6	3.10	1.2	1.2	B.H.	
b	369~372	3	3.69	1.2	3.69	2.0	3.70	1.0	3.70	1.8	1.8	S.I.	
	468~470	2	---	---	4.51	2.4	---	---	4.49	2.0	2.2	S.I.	
c	---	---	---	---	1.01	7	---	---	9.8	4	---	---	*
	---	---	2.64	1.4	2.64	1.8	2.63	1.1	2.63	1.6	---	---	*
	395~405	1.0	---	---	3.99	1.0	---	---	3.96	1.2	1.3	S.I.	
	412~428	1.6	4.20	1.5	4.20	2.0	4.10	1.6	4.10	2.2	1.8	S.I.	

注) S. I. ..... スラグ巻き込み、 B. H. .... ブローホール  
\*印は切断試験において欠陥が確認されなかった、これは目視において確認できないような微小欠陥と思われる。

3. あとがき

以上、超音波探傷検査による検査手法を提案するための手法を述べてきた。本研究は継続中のものであり、現段階では中間的な発表となったことを付け加えておく。なお、2(2)(3)で使用した試験体の一部は阪神高速道路公団から提供して頂いたものである。

[参考文献]

- 1) 財鉄道総合技術研究所: 鋼・合成構造物設計標準に関する委員会報告書、平成3年3月
- 2) 日本鋼構造協会: 疲労設計指針(案)、平成元年11月