

# デッキプレート厚 16mm の鋼床版現場溶接継手における内部きずの発生傾向に関する分析

首都大学東京 学生会員 ○土田 駿人 (一財)SCOPE 町田 文孝  
 (国研)土木研究所 正会員 高橋 実  
 首都大学東京 正会員 村越 潤

## 1. はじめに

鋼床版の現場接合には溶接と高力ボルトによる方法があるが、舗装への配慮、水密性の確保、死荷重軽減等から一般に現場溶接が採用されており、工場溶接と同等の性能、品質が求められている。溶接部の内部きずの非破壊検査法のうち、放射線透過試験については、既存のデータ分析結果<sup>1)2)</sup>を基に1990年改訂の道路橋示方書(以下、道示)に現場溶接の検査率等が規定され、現在に至っている<sup>3)</sup>。この間、採用実績とともに溶接技術や施工管理の技術的向上等が図られる一方で、2012年道示では疲労の観点からデッキプレート(以下、デッキ)厚が12mmから16mmに増厚され溶接パス数も変化しており、内部きずの発生傾向を把握することは品質確保の観点から重要と考えられる。本文では、実鋼床版現場溶接の放射線透過試験結果を基に、内部きずデータの整理を行い、過去の調査結果との相違、各種溶接方法による相違について分析した結果を報告する。

## 2. 整理分析の対象・方法

鋼3径間連続トラス・箱桁複合橋(総幅員21m, 橋長792m(トラス部672m, 箱桁部120m)<sup>4)</sup>の鋼床版デッキの完全溶込み開先溶接継手(縦・横突合せ継手)を対象とした。なお、本橋では縦・横突合せ継手の交差部では、十字交差ではなく段違い交差が採用されている。また、溶接線全線に対して放射線透過試験が実施されている。きずデータについては、属性(施工会社、溶接箇所・方法など)や内部きず情報(きず発生箇所、きずの種類・寸法、きずの可否判定結果など)により整理を行い、きず発生傾向との関係を分析した。内部きず寸法の許容値は3mmである<sup>4)</sup>。表-1に、施工会社別の撮影フィルムの内訳、きず数等データ概要を示し、図-1に溶接法別の継手の断面イメージを示す。なお、表-1ではフィルム1枚に複数のきずがある場合も、きずフィルム1枚としている。また、各社のデータは必ずしも同じ仕様ではないためデータに応じて比較対象が異なる。

表-1 整理分析データの概要

施工会社	溶接延長(mm)****	フィルム数(枚)	きずフィルム数(枚)	不合格フィルム数(枚)	溶接箇所	溶接方法	きず数(個)	不合格きず数(個)
A社	372000	1488	255	98	交差部等*	CO <sub>2</sub> 半自動溶接**	255	98
					中間部	SAW溶接***		
B社	1632000	6528	1377	159	交差部等	CO <sub>2</sub> 半自動溶接	1377	159
					中間部	CO <sub>2</sub> 半自動溶接とSAW溶接の併用		
C社	934750	3739	486	82	A社と同様		642	94
					B社と同様		219	28
D社	1446750	5787	934	—	B社と同様		949	—
合計	4856800	19345	3251	367	—	—	3442	379

\* 溶接線の交差部及び始終端部から500mmの範囲 \*\* 炭酸ガス半自動アーク溶接 \*\*\* サブマージアーク溶接  
 \*\*\*\* フィルム有効長25cmとした場合の概略値

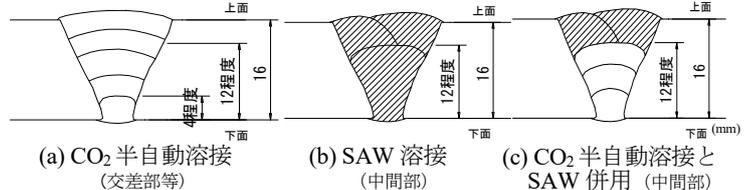


図-1 溶接法別の突合せ継手の断面イメージ

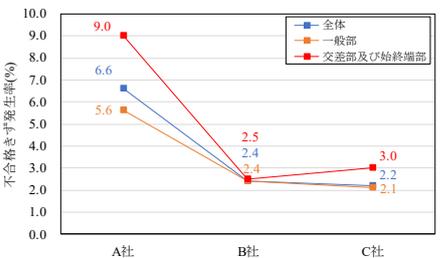
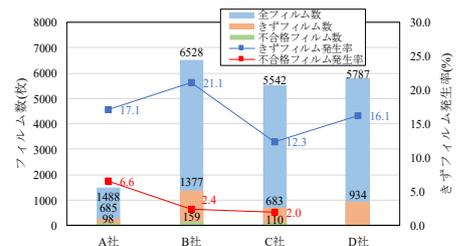


図-2 溶接法別のフィルム数と発生率

## 3. 分析結果

### (1) 施工会社、溶接箇所別の傾向

図-2に、施工会社ごとの撮影フィルム数、きずフィルム数及びきず発生率(きず発生率:全きずフィルム数/全フィルム数, 不合格きず発生率:不合格きず数/全フィルム数)を示す。A社の不合格きず発生率は、他社に比べて高い値を示している。また、A社ではきず発生率に対して不合格きず発生率が高く、逆にB社ではきず発生率に対して不合格きず発生率は低くなっている。また、全体(4社合計)の不合格きず発生率は、過去の調査結果<sup>1)</sup>と比較すると、数値では23.8%(288枚/1209枚)から2.7%(367枚/13558枚)に低下している。また、参考までに1990道示の検査率検討<sup>2)</sup>では中間部の残存欠陥率期待値を2%としており、この値に近づいている。

図-3に、図-2中の不合格きず発生率に対して、溶接箇所別の不合格きずの発生率(不合格きず数/フィルム数であり、

キーワード: 鋼床版, デッキプレート, 現場溶接継手, 放射線透過試験, 内部きず

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 TEL: 042-677-2782 E-mail: tsuchida-hayato@ed.tmu.ac.jp

図-2 とは若干異なる)を示す。B社, C社に対して, A社では中間部と交差部等では差が見られる。ここで, 全社の交差部等の溶接方法は同じであり, 不合格きずの発生率の差は, 各社の詳細な施工方法の違いによるものと考えられる。

(2) きず種別の傾向

図-4 にきず種別の発生状況を, 図-5 に施工会社別のきず種別発生傾向を示す。図-4 より, 全きずでは, ブローホール(67.1%)と高いが, 不合格きずでは, パイプ(28.0%),ブローホール(27.5%), 融合不良(28.3%)が同程度となっており, また, 溶込み不良も多い傾向にある。なお, 疲労の観点から注意すべき割れについては, 過去調査<sup>1)</sup>では不合格きず中の割合では12.2%であったが, 今回の調査では見られない。

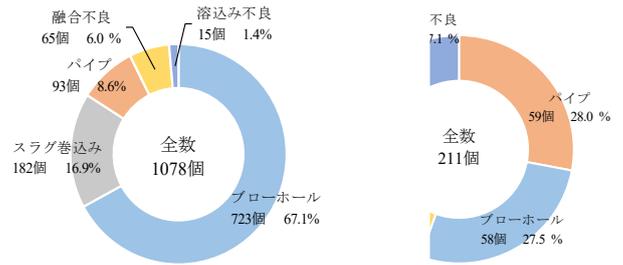
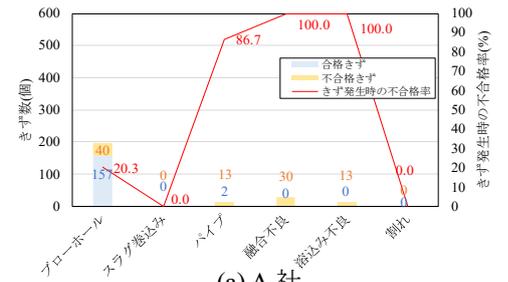
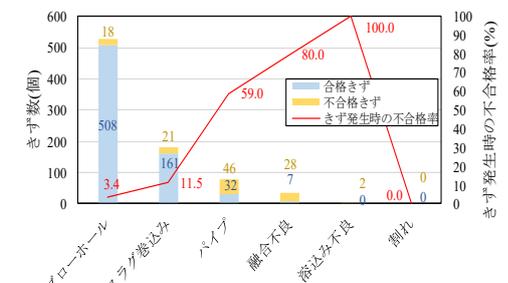


図-4 きず種別の発生状況



(a) A社



(b) C社合計

図-5 には, 同じ溶接方法を採用し, きず種別の分類がされている A社と C社の2社による, きず種別毎の不合格率についても示している。2社ともに融合不良, パイプ, 溶込み不良による不合格きずの発生率が高い。溶込み不良は開先部が溶けていないことでありルート面の形状の急変や裏当て材の密着不良に, 融合不良は金属間の融合がされていないことであり溶接狙い位置の不適切さや前パスの形状不良等に起因していると考えられる。

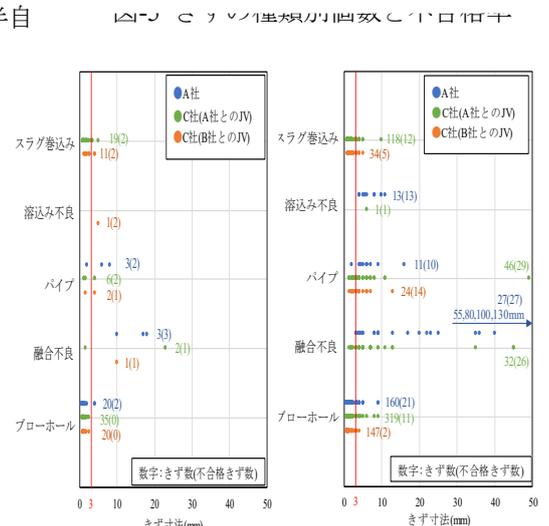
図-6 に, 図-1 の溶接法について, 各社共通の CO<sub>2</sub> 半自動溶接による交差部と, 各社で異なる中間部について, きず種別の寸法を比較して示す。上記の不合格きずの割合の高い3種のきず寸法は比較的大きく, 特に融合不良は最大130mmである。また, 溶接法の違いに着目すると, 交差部は中間部に比べ, きず寸法の各社間の差は比較的小さい。次に, 中間部の溶込み不良と融合不良に着目すると, SAWのA社, C社(A社と同様の溶接方法)では発生しているが, SAWとCO<sub>2</sub>半自動溶接併用のC社(B社と同様の溶接方法)では, フィルム数も関係するが発生していない。CO<sub>2</sub>半自動溶接では, 溶接作業者が運棒により溶接の狙い位置を修正しながら溶接をすることにより, 溶込み不良や融合不良などのきずの発生が抑制されているものと推測される。なお, SAWでは溶接線方向に連続して自動溶接されることから, きず寸法も長くなり, 不合格きずが発生しやすい傾向にあるものと推測される。

4. おわりに

実鋼床版現場溶接の放射線透過試験結果を基に, 内部きずデータの整理分析を行った。過去の調査結果との比較により, 溶接部のきず発生率の低下を確認した。ただし, 古い年代のデータとの比較のため, デッキ増厚前の12mmデッキ鋼床版での現場溶接の検査結果との比較を行うことがより重要と考えられる。また, デッキ増厚による, パス間のきずの発生傾向と溶接法や施工管理の関係について概略確認した。本文で対象とした橋梁の場合, 溶接の施工プロセスも含めた受け入れ品質確認を第三者機関で実施し, また段違い交差の採用などがあるため, 国内の他の鋼床版橋のきず発生傾向とは異なる可能性も考えられ, 両者の比較も重要と考えられる。なお, 鋼床版現場溶接に関するデータ整理分析にあたり国土交通省関東地方整備局東京港湾事務所にご協力を戴いたことをここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 加藤: 鋼床版の現場溶接における欠陥とX線検査について, 東京大学学位論文, 1974.9.
- 2) 藤原他: 道路橋示方書Ⅱ鋼橋編の改訂概要, 土木技術資料 Vol.32-6, 1990.6.
- 3) 道路橋示方書・同解説, Ⅱ鋼橋・鋼部材編, pp.559-567, 2017.11.
- 4) 千葉他: 東京港臨海大橋(仮称)の施工, 第13回鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集, pp.63-75, 2010.8.
- 5) 土木学会: 鋼床版の疲労, 鋼構造シリーズ4, 1990.9.
- 6) 日本橋梁建設協会: 現場溶接施工管理の手引き, 2013.11.



(a) 交差部

(b) 中間部

図-6 きず種別の寸法分布

図-6 (a) 交差部 (b) 中間部