

橋脚として使用する電気抵抗溶接鋼管のシャルピー吸収エネルギー特性

JFEシビル(株)

正会員 〇尾添 仁志

早稲田大学

創造理工学部

正会員

小野 潔

早稲田大学大学院

創造理工学研究科

学生員

川井 健吾

早稲田大学

創造理工学部

学生員

北爪 大貴

1. はじめに

山岳地で施工条件の制約が大きい場合に採用されることのある図-1に示すような栈道形式の道路構造物では、橋脚として外径 $\phi 500$ 程度のJIS A 5525の鋼管杭(SKK400及びSKK490)が用いられており、製造方法別の分類としては電気抵抗溶接鋼管(以下、「電縫鋼管」と称す)が適用されている。ここで、一般の円形鋼製橋脚に用いられる製作鋼管の場合は、道路橋示方書・同解説(以下、「道示」という)II鋼橋編¹⁾において素材の材質と板厚に応じてシャルピー吸収エネルギーが規定されるとともに、溶接部についても溶接施工法に応じて素材鋼板と同等のシャルピー吸収エネルギーが規定されている。一方、当該橋脚に用いられるSKKの鋼管杭には、JIS規格としてシャルピー吸収エネルギーは規定されていない。また、鋼管杭の板厚は、道示V耐震設計編²⁾において円形鋼製橋脚に要求される径厚比パラメータを満足する最も厚いものでも一般の鋼製橋脚の素材鋼板でシャルピー吸収エネルギーが規定される最小板厚より薄い。しかしながら、橋脚という重要な部材については大規模地震時に脆性的な破壊が生じないことを確実にすることが望ましい。

こうした背景のもとに、本稿では当該構造物に適用する電縫鋼管の母材部および溶接部を対象としたシャルピー衝撃試験について報告する。

2. 試験の概要

2.1. 試験鋼管

シャルピー試験片を採取する電縫鋼管は外径 $\phi 508$ 、肉厚19mmのSKK490であり、図-2に示すとおり電気抵抗溶接部には製造ラインで後熱処理(ポストアニール)を行ったものである。なお、造管後の引張試験結果はミルシートに記載の5号試験片では降伏耐力が424MPa、引張強さが575MPaであり、別途、実施された12C号試験片での結果は降伏耐力が458MPa、引張強さが576MPaであり、降伏比は80%である。

2.2. 試験片

シャルピー試験片は道示IIに規定されるJIS Z 2242のVノッチ試験片とし、鋼管からの採取位置および溶接部の採取方向を図-3に示す。試験片の採取方法について、母材部はシャルピー吸収エネルギーが規定されている建築構造用炭素鋼鋼管(JIS G 3475)の規格に従い、管

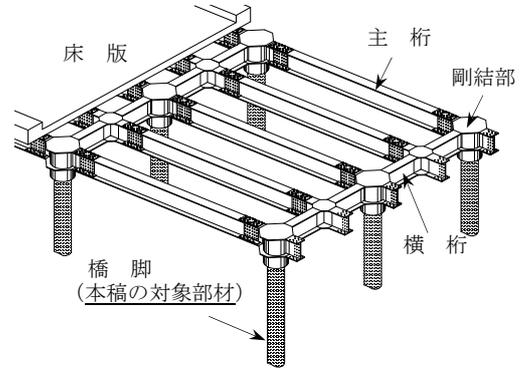


図-1 構造概念図

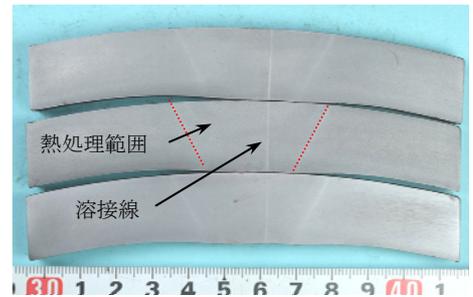
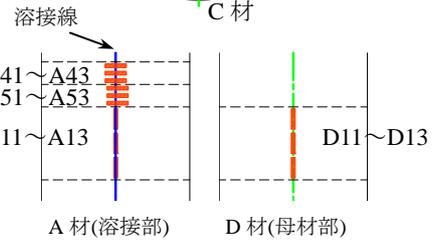
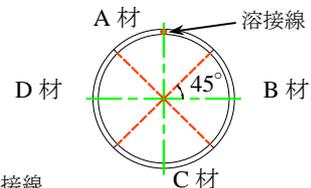
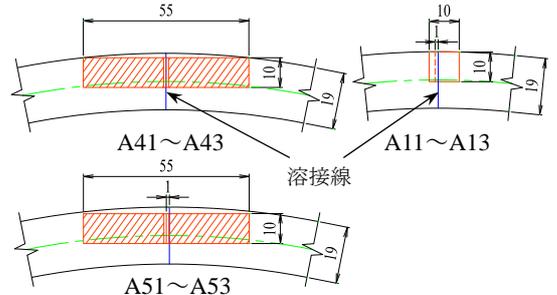


図-2 電気抵抗溶接部の外観



(a) 採取位置



(b) 溶接部採取方向

図-3 試験片採取位置

キーワード：電気抵抗溶接鋼管，電気抵抗溶接部，シャルピー吸収エネルギー

連絡先：〒111-0051 東京都台東区蔵前 2-17-4 JFEシビル株式会社 社会基盤事業部 TEL 03-3864-7317

軸方向から採取した。一方、溶接部は構造用鋼管としてJISでは規定されていないため、母材部と比較できるように管軸方向とした。また、道示Ⅱの規定に準じて溶接線に直交する円周方向からも採取した。試験片のノッチと溶接線の位置関係は、円周方向試験片では溶接線中心と後熱処理後の硬さ分布の参考資料³⁾を基に1mmずらした位置(以下、「ERW-1mm」と記す)とし、管軸方向試験片ではERW-1mmとした。なおノッチの切り込みは全試験片に共通して鋼管肉厚方向とした。

2.3. 試験方法

シャルピー衝撃試験はJIS Z 2242の規定に従い実施することとし、試験温度は道示Ⅱに規定される0℃とした。試験片は0℃に到達した後、5分以上温度を維持し、定常状態として試験を行った。

3. 試験結果

各シリーズ 3 本のシャルピー吸収エネルギー vE_0 の平均値および各試験鋼材の破面写真を表-1 および図-4 に示す。表-1 より、母材部および溶接部の全シリーズにおいて、 vE_0 の平均値は道示ⅡのC材における規定値である47J以上を満足することを確認した。溶接部管軸方向A1の vE_0 は母材部管軸方向D1と比べて18%ほど大きく、溶接による vE_0 の低下は見られなかった。一方、溶接部円周方向のうち vE_0 が小さいA5はD1の43%であり、溶接による vE_0 の低下が顕著であった。また溶接部円周方向の vE_0 は溶接線中心(A4)よりERW-1mm(A5)の方が小さいが、これは後熱処理により硬さなどが低下した範囲におけるばらつきである可能性が考えられる。さらに、溶接部円周方向の vE_0 より、溶接部のじん性は道示Ⅱに示される溶接施工試験の規定を満たすことができると考えられる。

4. 結論

電縫鋼管は溶接部を後熱処理することにより、母材部および溶接部ともに橋脚としての所要のじん性を確保できる可能性があることが明らかとなった。電縫鋼管のシャルピー吸収エネルギー特性について、下記の知見が得られた。

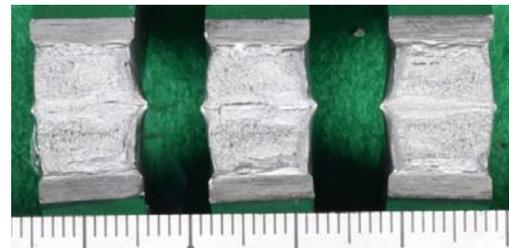
- ・シャルピー吸収エネルギーは母材部および溶接部とも、試験片の採取方向によらず、道示Ⅱの規定を満足する。
- ・溶接部のシャルピー吸収エネルギーは鋼管軸方向より円周方向が小さい。

[参考文献]

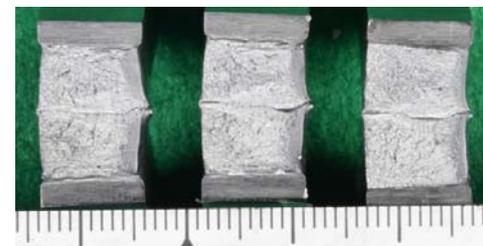
1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編,2012.3.
 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅳ耐震設計編,2012.3. 3) J F E スチール株式会社：機械構造用鋼管カタログ,pp.16.

表-1 シャルピー衝撃試験結果

| 対象部 | series | ノッチ位置 | 採取方向 | vE_0 (J) |
|-----|--------|---------|------|------------|
| 溶接部 | A4 | 中心 | 円周 | 83.37 |
| | A5 | ERW-1mm | 円周 | 57.81 |
| | A1 | ERW-1mm | 管軸 | 159.04 |
| 母材部 | D1 | | 管軸 | 135.28 |



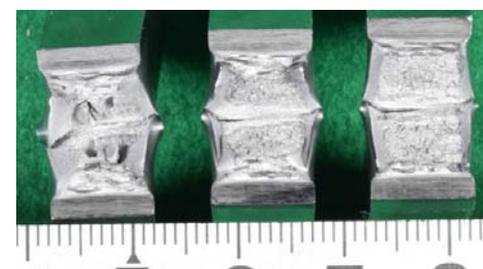
A41 A42 A43
(a) 溶接部 中心(円周方向)



A51 A52 A53
(b) 溶接部 ERW-1mm(円周方向)



A11 A12 A13
(c) 溶接部 ERW-1mm(管軸方向)



D11 D12 D13
(d) 母材部(管軸方向)

図-4 試験後の破面