

昭和初期架設された橋梁鋼材の溶接性および溶接継手の機械的特性評価

大阪大学接合科学研究所 正会員 金 裕哲
 大阪大学大学院 学生員 ○堀川 裕史
 片山ストラテック(株) 上野 康雄

1. はじめに

既設橋梁の補修・補強において高力ボルト接合が多用されるが、この場合、死荷重が増す、健全部に穿孔するなど短所も多々見受けられる。これに対し、近年溶接技術は大きく改善され、継手部の信頼性も高くなってきている。このような環境の下、既設橋梁の長寿命化といった命題解決に向け、老朽化した鋼橋、すなわち老朽鋼材に対し、溶接が可能か否かを明らかにしておくことは重要と考える。

本稿では、老朽鋼材の溶接性および継手部の機械的特性評価を目的に行った一連の実験結果を報告する。

2. 実験

供試鋼材は、昭和6年に架設された鉄道橋ならびに昭和2年に架設された道路橋に各々使用されていた鋼材である。ここでは、鉄道橋を古材1、道路橋を古材2と呼ぶことにする。また、比較材として、引張試験結果を基本に、同じグレードの溶接構造用圧延鋼材：SM400Aを用いた。

蛍光X線分析法によりSi, Mn, P, Cu, Ni, Cr, V, Ti, 化学分析法によりC, S, Bの成分分析を行った。

全ての鋼材に対し、高電流溶接用ワイヤーを使用し、マグ溶接した。

継手の機械的性質を評価するために、①ビッカース硬さ試験、②引張試験、③曲げ試験および④シャルピー衝撃試験を行った。なお、①は溶着金属、熱影響部および母材の軟化・硬化の有無、②は母材および溶接継手の強度、③は溶接欠陥の有無、そして、④では溶着金属、熱影響部および母材の吸収エネルギーと脆性破面率を調査・評価した。

3. 実験結果および考察

3. 1 溶接性の評価と考察

成分分析結果を表1に示す。

当時、脱硫技術が現在ほどではなかったためと考えられるが、古材はSM400Aに比べ、P, Sが多く含まれている。なお、PやSは、鋼材の靱性を低下させると共に、高温割れを誘起する成分であり、サルファプリントを採取した。古材1において、板厚方向に層状にSが偏析していた。一方、低温割れ感受性指数(P_{CM})であるが、古材1は低温割れの発生を示唆する $P_{CM}=0.20\%$ を下回っているのに対し、古材2はこの基準値を超えている。溶接作業性であるが、SM400Aと比べ、大きな違いはなかった旨、溶接技能者より報告を受けた。

以上の結果より、古材は高温割れや低温割れ、すなわち、溶接割れ発生が予期されるが、実際に溶接した結果によれば、予熱・後熱など特別な処理をすることなく、現在使われている通常の溶接ワイヤーを用いて、高温割れや低温割れなど生じることなく、健全な継手を得ることができた。このことから、現在の溶接ワイヤーを用いると、老朽鋼材であっても、何ら特別な処理をすることなく、溶接可能であるといえる。

表1 成分分析結果

	Chemical composition (%) (× 10 ⁻²)											P _{CM}	C _{eq}
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	V	Mo	B		
古 材 1	11.3	1.0	44.0	5.7	3.9	20.6	4.0	3.0	0.1	0.0	0.0	14.8	19.4
古 材 2	20.7	1.0	52.0	3.5	4.3	7.0	3.0	1.6	0.0	0.0	0.0	23.8	29.8
SM400A	15.0	10.0	69.0	2.4	0.7	1.0	2.0	2.0	0.1	0.5	0.1	19.5	27.5

キーワード 維持管理, 補修補強, 溶接性, 機械的性質, 老朽桁梁

連絡先 〒567-0047 茨木市美穂ヶ丘11-1 大阪大学接合科学研究所 TEL: 06-6879-8647

表 2 引張試験結果（※：ミルシート値）

	母材			溶接継手			JIS 規格 (SM400A)
	古材1	古材2	SM400A※	古材1	古材2	SM400A	
降伏点(MPa)	279	282	382	269	323	318	245 以上
引張強さ(MPa)	419	460	469	436	495	464	410~500
伸び(%)	39	32	25	21	15(22)	28	18 以上

3. 2 機械的性質の評価と考察

硬さ試験によれば、溶着金属(Depo)、熱影響部(HAZ)および母材(BM)において、著しい軟化、硬化は見られなかった。

引張試験結果を表 2 に示す。

引張試験では、全て母材で破断、伸びは SM400A の JIS 規格を満たしており、十分な引張特性を有していた。ただし、古材 2 のひつつは、伸び 15%と小さかった。これは、伸び計測のために取り付けた治具部から破断したためであり、伸びを平行部で再評価したところ約 22%であった。

曲げ試験では、古材 2 の試験片ひとつを除く全ての試験片において、欠陥は見られなかった。なお、欠陥らしきものが認められた試験片においても、180 度曲げにおいて、欠陥らしきものが伸展することはない、十分な曲げ特性を有していた。

衝撃試験で得られた吸収エネルギーを図 1 に示す。

古材において、吸収エネルギーが最も大きいのは溶着金属(Depo)であり、熱影響部(HAZ)は母材(BM)以上である。一方、老朽母材の吸収エネルギーは SM400A に比べ、著しく小さい。

脆性破面率を図 2 に示す。

老朽材の脆性破面率は、SM400A に比べて著しく大きく、80%以上である。また、SM400A とは逆に、溶着金属(Depo)、熱影響部(HAZ)、そして、母材(BM)と大きくなっている。

以上、老朽材を溶接しても、熱影響部や溶着金属部が、母材より悪化することはないことが明らかになった。

4. まとめ

実験の範囲内ではあるが、老朽鋼材に対する補修・補強の際、溶接を用いても何ら問題がないことが明らかになった。ただし、老朽鋼材のシャルピー吸収エネルギーは小さく、脆性破面率は大きい。脆性破壊を想定した場合、溶接部ではなく、母材が最も危険であり、この場合、補修・補強を考えるのではなく、部位の取り替え、あるいは、架け替えを考えるべきであることを一連の実験結果は示唆している。

参考文献

- 1) 須藤 一：材料試験法，内田老鶴圃，1998。
- 2) 日本鉄鋼協会：鋼材の性質と試験，地人書館，1966。

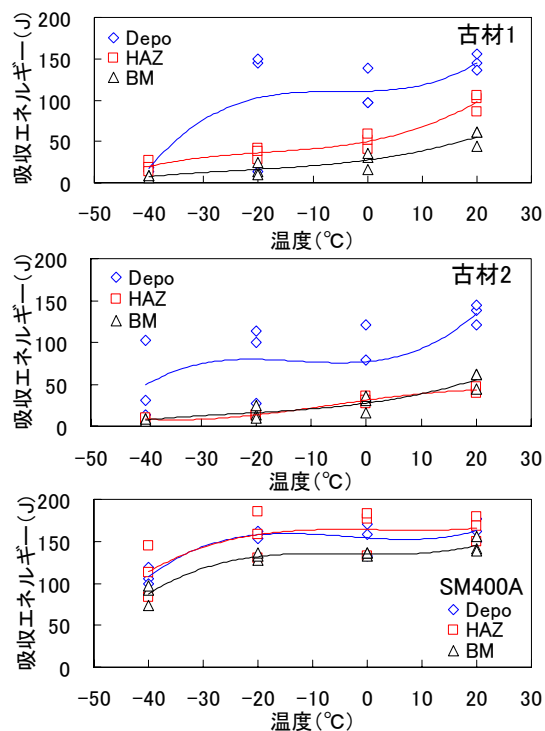


図 1 吸収エネルギー

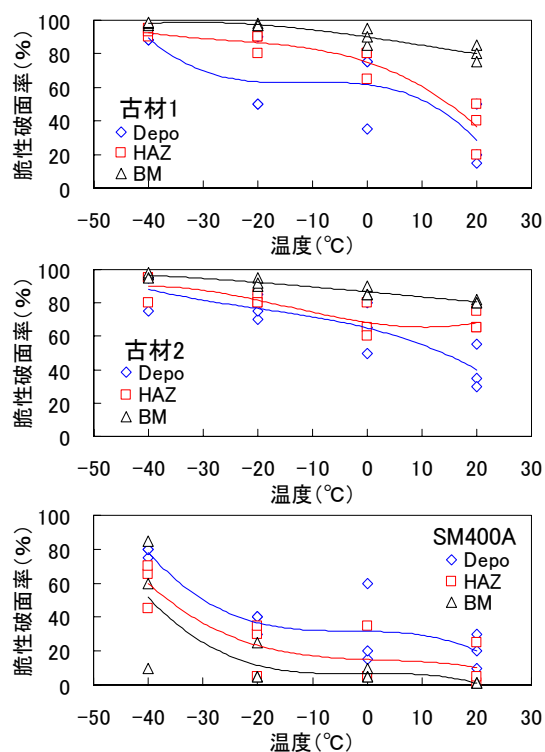


図 2 脆性破面率