

1956 年建設の鋼吊橋に使用されていた鋼材の材料特性調査

名古屋大学 学生会員 ○根津 海都
名古屋大学大学院 正会員 廣畑 幹人

1. はじめに

橋梁の高経年化が進行してきており、適切な維持管理により橋梁を長寿命化していくことが必要となってきた。近年の鋼材と比較すると、高経年橋梁に使用されていた鋼材の材料特性は種々異なる可能性があるため、維持管理の基礎的データとして鋼材の機械的性質を調査、把握しておくことは重要と考える。本稿では、1956 年に建設され、ケーブルの腐食、破断により 2012 年に通行止めとなった後、8t 以下に荷重制限した鋼吊橋（原田橋、静岡県浜松市）¹⁾ に使用されていた鋼材を採取し、一連の材料特性を調査した結果について報告する。

2. 供試鋼材

供試鋼材は 1956 年に竣工し、2012 年に全面通行止めとなった後、8t 以下に荷重制限した静岡県浜松市天竜区の鋼吊橋、原田橋（図-1²⁾）から採取した。また、現在の鋼材（SM400A）を比較に用いた。表-1 に示すように、原田橋鋼材の化学組成は現在の SS400 の規格に対応していることが分かった。Mn 含有量は $2.5 \times C$ 以下であり、現在の SM400A の規格とは異なっていた。また、不純物である S の含有量が比較的多かった。



図-1 原田橋²⁾

3. 材料特性の調査

3.1 引張試験

原田橋鋼材および SM400A を引張試験（試験片：JIS 14B 号）に供した。応力-ひずみ関係を図-2 に、引張試験により得られた機械的性質を表-1 に示す。原田橋鋼材の鋼種は不明であるが、引張強度 400MPa 級に相当することが分かった。

3.2 硬さ試験およびシャルピー衝撃試験

各鋼材のビッカース硬さを表-2 に示す。原田橋鋼材と SM400A のビッカース硬さはほぼ同じであった。

原田橋鋼材からフルサイズ（厚さ 10mm）の試験片を採取することができなかったため、サブサイズ（厚さ 7.5mm）試験片を採取してシャルピー衝撃試験を実施した。既往の研究によれば、7.5mm のサブサイズ試験片に対し -8℃ で試験を実施すると、フルサイズ試験片に対し 0℃ で試験を実施したこと

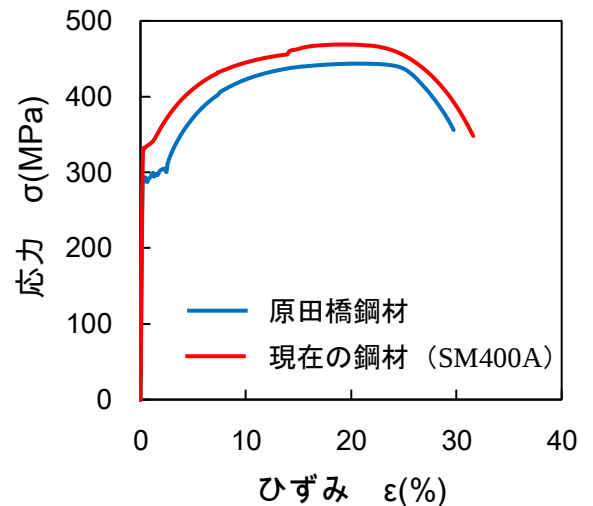


図-2 応力-ひずみ関係

表-1 化学組成および機械的性質

	化学組成 (mass%)					機械的性質		
	C	Si	Mn	P	S	降伏応力 (MPa)	引張強度 (MPa)	破断伸び (%)
原田橋	0.208	0.004	0.353	0.010	0.029	294	451	29
SS400 規格	—	—	—	≤0.050	≤0.050	≥245	400~510	≥17
SM400A 規格	≤0.23	—	≥2.5×C	≤0.035	≤0.035			≥18

相当する^{3) 4)}。-8℃でシャルピー衝撃試験を実施し得られた吸収エネルギー値を表-2に示す。原田橋鋼材の吸収エネルギー値は SM400A の吸収エネルギー値の約 19%であり、試験温度 0℃のフルサイズ試験片に換算すると 27J よりも低いと考えられる。

表-2 ビッカース硬さおよびシャルピー吸収エネルギー

	ビッカース硬さ HV	吸収エネルギー (J)
原田橋	135.2	21.3
SM400A	137.2	111.5

ビッカース硬さ：5 点の測定結果の平均値

シャルピー衝撃試験片：厚さ 7.5mm (サブサイズ)

試験温度：-8℃

4. 増し縦桁補強溶接部の断面観察

原田橋では 1993 年の床版補強工事において、既設縦桁の下に補強部材が現場溶接された。現場溶接部の断面マクロ写真観察結果を図-3に示す。溶接ルート部近傍にブローホールと思われる欠陥が生じている部分があり、現場溶接の施工難度の高さを観察結果は示唆している。しかし、溶接欠陥から疲労き裂などが進展している状況は確認できなかったため、供用時には欠陥の影響はなかったものと推察される。

5. まとめ

高経年橋梁の維持管理のための基礎的データ取得を念頭に、1956 年建設の鋼吊橋（原田橋）に使用されていた鋼材の材料特性の調査を実施した。得られた主な知見を以下に示す。

- (1) 原田橋鋼材には不純物である S が比較的多く含まれていた。機械的性質は引張強度 400MPa 級の鋼材に相当することを確認した。
- (2) 原田橋鋼材のビッカース硬さは比較材として用いた SM400A の硬さとほぼ同じであったが、原田橋鋼材の靱性は低く、0℃におけるシャルピー吸収エネルギー値は 27J 以下と推定される。
- (3) 原田橋の増し縦桁補強溶接部にはブローホールと思われる溶接欠陥が観察されたが、疲労き裂などが進展している状況は確認できなかったため、供用時には欠陥の影響はなかったものと推察される。

謝辞

本研究で使用した鋼材は山本正孝氏（当時、浜松市天竜土木整備事務所）および松村寿男氏（瀧上工業株式会社）に提供いただいた。鋼材の成分分析には堀川裕史氏（日新製鋼株式会社）の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 松村寿男, 亀山誠司, 山本正孝, 茶谷富士雄: 供用後 48 年を経過した原田橋の鋼吊橋部材の長期観測, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, I-302, pp.603-604, 2013.9.
- 2) 国土交通省: 国土交通白書 2014, 第I部 これからの社会インフラの維持管理・更新に向けて ～時代を越えて受け継がれる社会インフラ～, <http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h25/hakusho/h26>
- 3) K. Wallin, P. Karjalainen-Roikonen, P. Suikonen: Sub-sized CVN specimen conversion methodology, ECF21, 93, 2016.6
- 4) M. Hirohata, Y. Takashima, F. Minami: Characteristic of Charpy Absorbed Energy for Steel Bridge Member with Fire Damage, Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and Welding, pp.1-2, 2016.11.

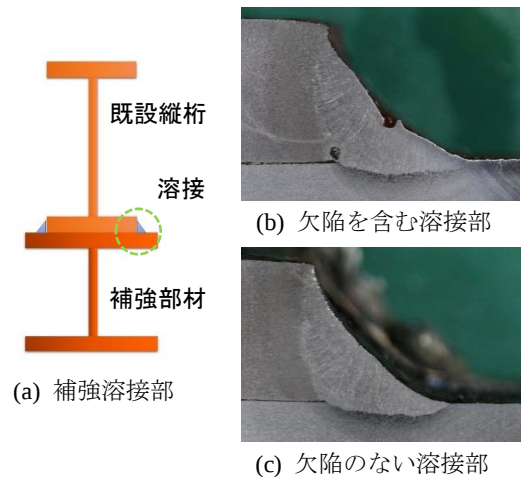


図-3 補強溶接部の断面マクロ写