

旧鳥飼大橋鋼部材の材料試験

協和設計(株) 正会員 ○久後 雅治
 (株)ニュージェック 正会員 保田 敬一
 (株)日本工業試験所 正会員 Luiza H. Ichinose
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 奥田 敏康
 (株)近代設計 正会員 藤澤 弘幸

1. はじめに

旧鳥飼大橋(北行き)は、大阪中央環状線の淀川を跨ぐ昭和29年竣工の鋼ゲルバートラス橋である。主に老朽化が原因で架け替えが検討され、平成22年2月27日(土)に新橋の車道部分3車線が暫定供用開始し、旧橋は平成24年度にて撤去が完了した。本研究では、旧鳥飼大橋から抽出した横桁および横構撤去部材について化学成分および材料強度などを把握することを目的に材料試験を実施した。

2. 橋梁概要

旧鳥飼大橋(北行き)の橋梁諸元は以下のとおりである¹⁾。

形式：鋼ゲルバートラス

全支間：43.680m+7@65.520m+43.680m=546.000m

有効幅員：7.500m

主構中心間隔：8.500m

設計活荷重：床組に対して第1種(1等橋：T-13)

主構その他に対して第2種(2等橋：T-9)

橋床：鉄筋コンクリート床版(t=15cm)

舗装：アスファルトコンクリート舗装(t=5cm)

縦断勾配：1/200，横断勾配：1/50

設計震度：水平=0.2，垂直=0.1

設計基準：鋼道路橋示方書(昭和14年制定)

3. 試験実施項目と数量

横桁および横構撤去部材の試験項目とその数量は表-1に示したとおりである。

表-1 横桁・横構の試験項目と数量

部材名	実施項目	数量
横桁 ウェブ (t9)	化学成分分析(12元素)	1体
	(分析元素： C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, Mo, V, O, N)	
	引張試験(JIS-1A号試験片)，縦弾性 係数測定	3体
	シャルピー衝撃試験 (試験温度：-20, 0, 20, 40℃)	12個
	き裂破面観察	3体
横構 (L90× 90×12)	化学成分分析(12元素)	1体
	(分析元素： C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, Mo, V, O, N)	
	引張試験(JIS-1A号試験片)，縦弾性 係数測定	3体
	シャルピー衝撃試験 (試験温度：-20, 0, 20, 40℃)	12個

4. 試験結果とその考察

旧鳥飼大橋撤去部材の横桁ウェブ、横構(L形鋼)の化学成分分析、引張試験、シャルピー試験およびき裂破面観察結果と結果に対する考察を下記にまとめた。

4.1 化学成分分析結果

(1) C含有量とMn量

横桁ウェブ、横構のC含有量(C:0.19%, 0.16%)およびMn量(Mn:0.41%)に大きな違いはなく、C量は現行JIS規格のSM400材相当の鋼材が使用されており、引張試験の結果からも現行JISのSS400あるいはSM400相当の降伏強度、引張強度を有していた(表-2参照)。

(2) 不純物元素

不純物元素(P, S)は、現行JIS規格SS400規定値($S \leq 0.050\%$)またはSM材規定値($S \leq 0.035\%$)以下で問題なかった。横桁ウェブのガス成分(O:0.0096%)がやや多い傾向の鋼材と推定される。

(3) 溶接硬化性元素

JIS規定以外の溶接硬化性元素(Ni, Cr, Mo, V)の含有量は0.07%以下と少なく問題なかった。

キーワード 橋梁，材料試験，シャルピー衝撃試験，引張試験，化学成分分析

連絡先 〒567-0877 大阪府茨木市丑寅2-1-34 TEL.072-627-9351

4.2 引張試験結果

横桁ウェブおよび横構から採取した JIS-1A 号引張試験片の機械的性質は、降伏応力 306~340N/mm²、引張強さ 440~474N/mm²、伸びは 21%以上と測定され、JIS 規格 SS400, SM400 相当の機械的性質を有した鋼材であった(表-3 参照)。

表-2 横桁ウェブ・横構の化学成分分析結果

部材名	化学成分(wt%)										ガス成分(%)	
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	O	N
横桁ウェブ(B1:t=8.2)	0.19	0.25	0.41	0.009	0.022	0.25	0.07	0.03	<0.02	<0.002	0.0096	0.0027
横構(L1)(L90×90×12)	0.16	<0.01	0.41	0.009	0.035	0.24	0.06	0.04	<0.02	<0.002	0.0028	0.0035
JIS-SS41	—	—	—	<0.06	<0.06	—	—	—	—	—	—	—
JIS-SS41	—	—	—	<0.05	<0.05	—	—	—	—	—	—	—
JIS-SS400	—	—	—	<0.05	<0.05	—	—	—	—	—	—	—
JIS-SM400A	<0.23	—	>2.5C	<0.035	<0.035	—	—	—	—	—	—	—

表-3 横桁ウェブ・横構引張試験結果(JIS-1A号試験片)

部材名・試験片		試験片寸法			降伏点		引張強さ		破断伸び(%)
		標点距離(mm)	幅×板厚(mm)	断面積(mm ²)	N	N/mm ²	N	N/mm ²	
横桁ウェブ(t=8.2)	B1-1	200.0	w=40.00×t=8.25	330.0	112,000	339	156,500	474	22.5
	B1-2	200.0	w=40.00×t=8.23	329.2	112,000	340	156,000	474	22.5
	B1-3	200.0	w=40.00×t=8.15	326.0	109,000	334	154,500	474	21.0
横構(L形鋼)(t=12.5)	L1	200.0	w=40.00×t=12.43	497.2	152,000	306	219,000	440	22.0
	L2	200.0	w=40.00×t=12.30	492.0	152,000	309	219,500	446	22.5
	L3	200.0	w=40.00×t=12.16	486.4	152,500	314	237,000	487	21.0
規格 JIS-1938(S.13) SS41 (厚9mm以上)					—	—	—	41~50	≥20
JIS-1952(S.27) SS41 (厚16mm以下)					—	≥25	—	41~52	≥21
JIS-1991(H.3) SS400(厚 >5≥16mm)					—	≥245	—	400~510	≥21

4.3 シャルピー衝撃試験結果

各試験温度による吸収エネルギーは、横桁ウェブ 44.2~53.3J、横構 58.2~75.4J と測定された。SS 材規格に衝撃値は規定されていないが、SM400B(規定値 0℃:≥27J)相当の靱性を有した鋼材と推定される。

4.4 き裂破面観察結果

横桁上フランジと主桁との交叉部から横桁ウェブに伸びたき裂性状は下記のとおりであった。

き裂発生範囲のウェブ表面は不均等な全面腐食により、仕様板厚 9mm に対し、残存板厚は 7mm 以下に減肉しており、き裂起点付近の最小板厚 1.1~2.1mm と薄肉化し、き裂破面は刃状となり破面形態は完全に失われていた。き裂伝ば経路からき裂先端に至る範囲のき裂の屈曲とマクロ的な破面の凹凸は表面の不均等な腐食の影響により形成されたと考えられる。

き裂伝ば経路からき裂先端は板表面と同様な腐食の進行により赤錆、黒錆が厚く生成し詳細な破面模様は消失しており、破面形態を特定できる痕跡は残されていない状態であった。図-1~2 に示すように、き裂破面は厚さ 0.07~0.15mm の錆層が生成しており、この錆層を除去しても破面形態の痕跡は残存していない。

5. おわりに

旧鳥飼大橋の綱部材から切り出した横桁および横構撤去部材について、化学成分分析(12 元素)、引張試験(JIS-1A 号試験片)、縦弾性係数測定、シャルピー衝撃試験(試験温度: -20, 0, 20, 40℃)およびき裂破面を観察し、建設当時の材料仕様の確認と亀裂発生箇所の性状分析を行った。鋼材の強度や機械的性質に異常はなく、現行規定相当の性能を有していることが確認できた。

参考文献

1) 保田敬一, Luiza H. Ichinose: 旧鳥飼大橋の鋼材腐食と板厚分布, 日本鋼構造協会, 鋼構造年次論文報告集, Vol. 20, pp. 691-698, 2012. 11.

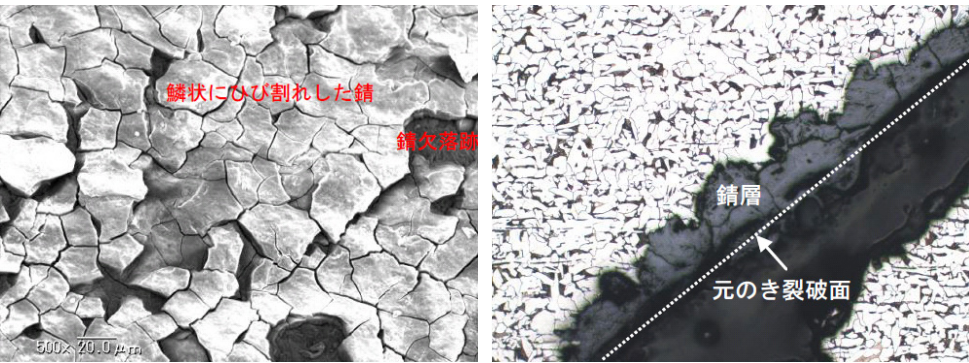


図-1 き裂破面表面

図-2 き裂断面組織