# 3%Ni系高耐候性鋼を用いた鉄道橋の現場溶接施工試験

鉄道・運輸機構 正会員 南 邦明 正会員 玉井真一 鉄道・運輸機構 正会員 鈴木 隆

宮地・ハルテックJV 乙森幸之助 正会員 小早川豊

#### <u>1. はじめに</u>

東北新幹線(八戸-新青森間)に建設中の第3野木高架橋は、馬桁を有する合成箱桁橋である.架設地点は、陸奥 湾の沿岸近くにあるので、本橋では塩害を考慮し、3%Ni系高耐候性鋼(以下、3%Ni鋼)を用いた.建設にあたり、 3%Ni鋼の溶接性を明確にするため、実物大現場溶接施工試験を実施した.

### 2. 溶接施工試験の説明

(1)試験体の説明 試験体形状を図-1に示す.試験体は、馬桁において最も板厚が厚い部位における実物大の試験体である.表-1に使用鋼材を示す.箱桁外面の鋼材は、3% Ni鋼(SMA570QW-MODIFIED)を用いた.図-2には溶接線の詳細を、図-3には溶接順序を示す.また、フランジとウエブの交差部の溶接継手はZ継手を用い(図-4)、開先形状は、Z継手部の溶接線④⑧のみレ形またはK形開先の両面溶接とし、それ以外はV形開先(開先角度35°, ルートギャップ7mm)の片面裏波溶接とした.溶接はガスシールドアーク溶接を用い、3%Ni鋼溶接部では80%Ar-20%CO<sub>2</sub>、その他の部位は100% CO<sub>2</sub>ガスを用いた.表-2に溶接作業条件を示す.また、Depo部で衝撃値の低下が懸念されるウエブについては、本工事での最小板厚である20mm(表-1参照)の平板(400mm×500mm)を用いて溶接施工を行い、シャルピー衝撃試験片のみ採取した.

(2)試験項目 機械試験として、ビッカース硬さ試験(JIS Z2244),引張試験(JIS Z3121:各2体),曲げ試験(JIS Z3122: 各2体)およびシャルピー衝撃試験(JIS Z3128)を実施した.ビッカース硬さ試験は、溶接継手断面をナイタールで腐 食させてマクロ試験片を作成し、3%Ni鋼に対して最終層側(t/4)と初層側(3t/4)位置の硬さを調べた.衝撃試験片は、 図-5に示すように溶接金属部(Depo)でt/4と3t/4,鋼材熱影響部(HAZ)ではt/4から採取し、1箇所につき各3体とした. なお、SM570に対しては、ビッカース硬さ試験片および衝撃試験片ともに、t/2位置を調べた.

#### 3. 溶接施工試験結果

(1)ビッカース硬さ試験およびマクロ試験結果 各測定ラインにおけるビッカース最高硬さ結果を表-3に示し、最 も硬い結果であるウエブにおける硬さ分布を図-6に示す.これらの結果が示すように、3%Ni鋼では最高硬さが 252Hv(HAZ)であり、また、分布状態から判るように大きな硬化や軟化は見られず、ほぼイーブンマッチであった. マクロ試験結果の一例を写真-1に示すが、溶込み状態は良好であった.

(2) 引張試験および曲げ試験結果 引張試験および曲げ試験結果を表-4に示す.引張強度は規格値(570N/mm<sup>2</sup>)を満 足する結果であり,破断位置は3%Ni鋼ではDepo部であった.硬さ分布(図-6)からも判るように,Depoよりもむし ろBM(母材)の硬さの方が若干大きく,Depoで破断した理由が理解できる.なお,SM570での破断位置は,BMで あった.曲げ試験結果は,割れの発生はなく良好な結果であった(写真-2).

(3)シャルピー衝撃試験結果 シャルピー衝撃試験結果を表-5に示す.板厚が厚いフランジ材(48,50mm)において, 衝撃値はHAZおよびDepo両者ともに何れも160Jを超える値であり,特にHAZでは250Jを超える非常に高い衝撃特 性を有していた.一方,ウエブ材(32mm)においては,フランジ材より衝撃値が低くかった.これは、ウエブでは 立向き溶接で行っており,入熱量が高くなったことによる影響と考えられる.特に,Depoでは100Jを下回ってい た.また,Depoにおいてt/4と3t/4の採取位置によっても衝撃値に違いが生じており,後者の方が低かった.これ は、シールド効果の差異と考えられ、V形開先で行なった場合,初層側(3t/4)では開先内でシールド効果が落ち, 溶接金属内に窒素量が多くなったことで衝撃値が小さくなったものと考えられる<sup>1)</sup>.また,平板(20mm)とウエブ 材(32mm)を比較した場合,板厚が薄い平板の方が衝撃値は低かった.これは、冷却速度の影響と考えられ、板厚 が薄い場合,800-500℃の冷却速度が遅いので組織が粗大化し、衝撃特性が低下したものと考えられる.しかしな がら、すべての試験片で基準値(47J)は満足した.

### <u>4.まとめ</u>

3%Ni鋼の溶接部は、溶接熱による硬化や軟化はほとんど見られず、ほぼイーブンマッチであった.引張強度は、 規格値(570N/mm<sup>2</sup>)に対し十分な強度を有し、Depoで破断した.衝撃値は、鋼材熱影響部では高い衝撃特性であり、 特にフランジでは250Jを上回った.しかし、溶接金属部では基準値(47J)を満足しているが低い値となり、特に板 厚が薄いウエブではその傾向が顕著であった.また、試験片の採取位置によっても異なり、V形開先において初層 側(3t/4)と最終層側(t/4)を比較すれば前者の方が低い衝撃値であった.

1

### 土木学会第62回年次学術講演会(平成19年9月)



		板厦	機械的性質			11.子风分(%)										俗依余件					他上余件			
	部位	(mm)	け匠	廿 际 降伏		伸び	С	Si	Si Mn		P S		Cu Ni Cr Pcm		部位		電流	電圧	速度	入熱量	パス	溶接	使用	
			的貝	(N/r	nm <sup>2</sup> )	(%)		×100		×1000		×100		(A)			(V)	(cpm)	(kJ/cm)	数	姿勢	ワイヤ		
宝	U.Flg	48	3%Ni鋼	580	636	29	5	21	136	7	3	33	293	2	20	宝	U.Flg	$260 \sim 270$	32~35	28~14	17.8~40.5	18	下向き	VM-3N
// #///	L.Flg	50		582	640	29	6	21	136	7	3	33	293	2	20	物	L.Flg	$160 \sim 280$	23~32	13~14	17.0~38.4	16	1.1415	1 101-510
初	Web	32		627	674	42	6	21	135	5	1	33	301	3	21		Web	190~230	$24 \sim 30$	8~14	29.6~40.0	6	、一字中を	SF-60WN
犬	Dia	16	SM570Q	571	655	32	14	25	130	16	3	2	3	4	22	犬	Dia	$190 \sim 200$	$22 \sim 25$	6~10	30.0~41.8	3	파미요	SF-60L
	平板	20	3%Ni鋼	632	669	36	6	19	132	7	1	33	295	4	20		平板	$180 \sim 200$	21~24	5~14	$20.6 \sim 45.4$	5	立向き	SF-60WN

# 表-3 硬さ試験結果

部位

L.Flg

Dia\*

実

物 Web

+





写真-1 マクロ試験片



	lan di	弓	張試願	贠	曲げ試験				
	部位	強度(	N/mm <sup>2</sup>	破断	断				
		No.1	No.2	位置	No.1	No.2			
宔	U.Flg	634	632	Depo	亀裂なし	亀裂なし			
<del>大</del>	L.Flg	607	605	Depo	亀裂なし	亀裂なし			
彻	Web	667	673	Depo	亀裂なし	亀裂なし			
犬	Dia	609	603	BM	亀裂なし	亀裂なし			

d UB1

写真-2 曲げ試験片

	<b></b>	Γ	Depo(t	(4) (.	J)	D	epo(3t	(4)	(J)	HAZ(t/4) (J)			
	미미	No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均
宝	U.Flg	179	199	211	196	169	169	171	169	253	266	271	263
八 #/m	L.Flg	169	168	208	181	193	162	185	180	293	287	293	291
彻	Web	90	83	80	84	52	59	55	55	129	193	171	164
大	Dia*	94	96	87	92	•	-	-	•	115	122	148	128
	平板	69	65	67	67	52	52	51	51	234	215	255	235
	D: 034E		т <u>с.</u> / Ц. в	ц., ,		(T + 77 )	17.0						

\*: Diaの試験片採取位置は、Depo,HAZとにt/2.

## [参考文献]

1)森直道,本間弘之,大北茂,若林正邦:Ti-B系溶接金属における靱性向上機構,溶接学会誌,Vol.50,No.2,pp174-179, 1981

-456-