

被覆アーク溶接棒について

研究所 課長研究員 高橋 将

1 はじめに

被覆アーク溶接は、略称：SMAW（Shielded Metal Arc Welding）や MMA（Manual Metal Arc Welding）と呼ばれ、用いられる被覆アーク溶接棒は通称電弧棒や電気棒と言われ、古くから幅広い分野で使用されています。

被覆アーク溶接棒の歴史は、今から約100年前にさかのぼり、スウェーデンのチェルベルヒ（Oscar Kjellberg）が従来の裸溶接棒に、被覆剤（フラックス）を塗布することを考案したことが始まりと言われています。日本では、1914年に長崎造船所がチェルベルヒから特許権を購入し、スウェーデンに技師を送って製造法や使用方法を学び、国内で生産が始まりました。¹⁾

当社の溶接棒につきましては以前、本誌 No. 37（2012年1月発行）の当コーナーでも紹介しましたが、今回は新製品を含めた5銘柄を紹介します。

2 製品の紹介

ライムチタニヤ系 NSSW NS-03Hi と NSSW NS-03T

ライムチタニヤ系溶接棒は、その使いやすさから軟鋼用としては日本国内で最も普及している溶接棒です。ヒュームやスパッタが少なく、アークもソフトで安定度は抜群、スラグはく離性が良好で、美しいビード外観が得られます。数ある被覆タイプの中で、最も使いやすい溶接棒と言えるでしょう。

当社のライムチタニヤ系の NS-03Hi, NS-03T について表1に諸元を示します。両銘柄ともライムチタニヤ系の「万能タイプ」ですが、さらに再アーク性、低ヒュームの特長を有していますので紹介します。

表1 NS-03Hi, NS-03Tの諸元

銘柄	被覆剤の系統	適用鋼種	電流の種類
NS-03Hi NS-03T	ライムチタニヤ系	軟鋼	AC DC(±)

●優れた再アーク性、低ヒュームタイプの NSSW NS-03Hi (JIS Z 3211 E4303U, AWS A5.1 E6013 該当)

NS-03Hi は、さまざまな対象物と使用環境下でも、良好な再アーク性が得られます。小型溶接機などの二次側の無負荷電圧が低い場合でも再アークが良好です(図1)。またソフトなアークなので溶接作業への負担が少なく、溶接ヒュームの発生量を低減し、環境にも配慮しています(図2)。その使いやすい特長から、軟鋼の仮付けや薄・中板への本溶接、美しいビード外観が得られることから補修溶接にも適します。また NS-03Hi のみのスペシャルパッケージで包装されていますので、倉庫や現場でも識別しやすく、遠くからでも一目でわかと好評です。



● 耐棒焼け性と再アーク性に優れた **NSSW NS-03T** (JIS Z 3211 E4303U)

NS-03T は、市販のライムチタニヤ系では使用できない高電流での溶接が可能です。再アーク性は NS-03Hi と同レベルで大変良好です (図1)。高電流でも溶接棒が赤熱しにくく、耐棒焼け性が良好で、被覆の先端が欠け難い特長を有し (図3)、アークはシャープで強く、深い溶込みが得られます。狭隘な箇所の溶接ができるように、棒曲げ性も優れた特性も有しています (写真1)。以上により、特に鉄筋金網など、10mm 程度以下の短いビードでも溶込みを持たせながら、連続的な再アーク溶接作業を安定して行うことができます。

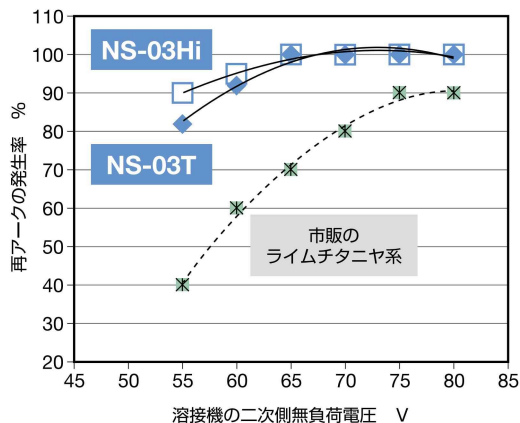


図1 NS-03Hi と NS-03T の再アーク性と無負荷電圧の関係例

【条件】 3.2φ, 水平すみ肉, 電流 140A
 【評価法】 5 秒間溶接し残棒を常温まで冷却
 その後、再アークしたものを合格

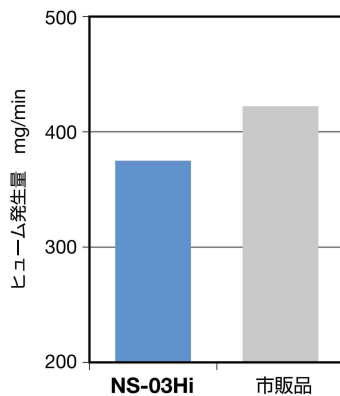


図2 NS-03Hi のヒューム発生量 一例

【条件】 4φ, 電流 180A

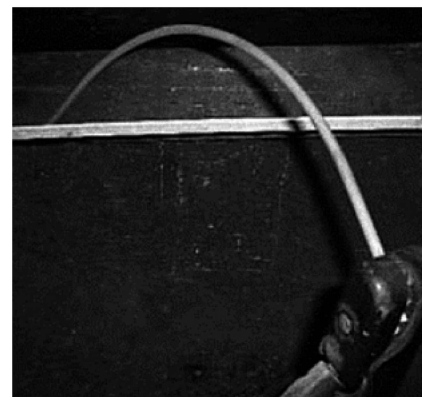


写真1 NS-03T の棒曲げ使用例

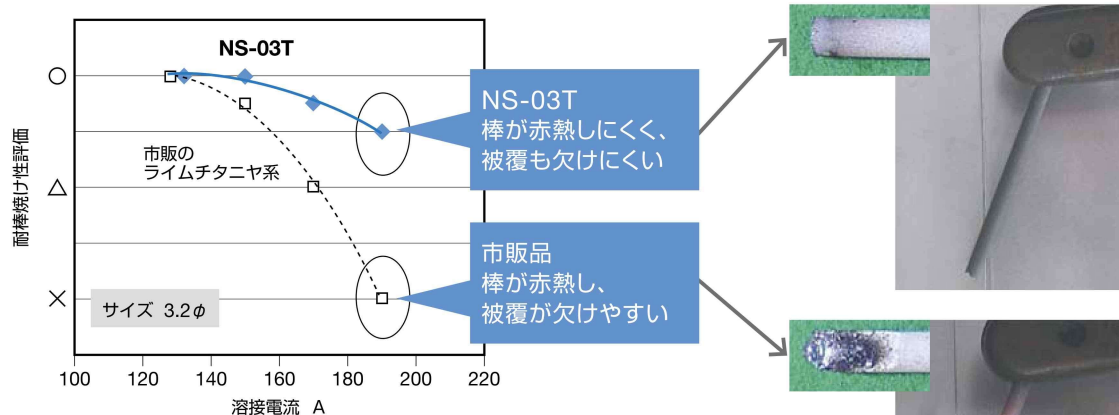


図3 NS-03T の耐棒焼け試験例

【評価法】 溶接後の残棒について赤熱状況及び棒先端の状況を観察
 ○：溶接棒の赤熱がなく、良好なアーク状態で溶接できる
 △：やや赤熱し、被覆が欠けやすくなる
 ×：溶接棒が赤熱し、被覆が欠け、アークが不安定

■ 抜群の再アーク性の 490MPa 級高張力鋼タック溶接用 **NSSW TW-50** (JIS Z 3211 E4948, AWS A5.1 E7048 該当)

TW-50 は、構造物の厚板や高張力鋼のタック溶接用として用いられますが、溶接作業能率を向上できる再アーク性と、拡散性水素レベルを低く抑えることにより優れた耐割れ性を有しています。TW-50 の諸元を表2に、再アーク性の評価結果を図4、表3に示します。通常の低水素系溶接棒では、再アーク発生時には溶接棒先端を鋼板に叩いて発生させますが、TW-50 は鋼板への接触で再アークが可能であり作業が容易となります。また、電撃防止装置付き溶接機を使用しても、良好な再アーク性が得られます。拡散性水素レベルを非常に低く抑えているため、耐割れ性が良好 (表4) で、優れた引張・衝撃特性を有しています (表5)。TW-50 は、特に再アーク性が抜群であり、短いビードを連続して溶接するとき、ストレスがなく本溶接前の組み立て、仮付けを効率よく進めることができます。JIS Z 3211 E4948 は、全姿勢用で立向下進溶接が可能なタイプであるため、下向溶接から電流を調整する必要がありませんので立体的な構造物の仮付けに最適です。

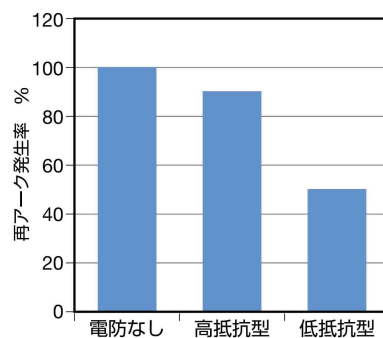


図4 TW-50 の電撃防止装置による再アーク発生率 一例

表2 TW-50の諸元

銘柄	被覆剤の系統	適用鋼種	電流の種類
TW-50	低水素系	490MPa 級高張力鋼	AC DC(+)

表3 TW-50の再アーク性評価

銘柄	棒径 mm	再アーク性評価		
		電防なし	電防付き	
			高抵抗始動型	低抵抗始動型
TW-50	3.2	容易に発生	発生しやすい	発生可能
	4.0			
一般の低水素系 溶接棒	3.2	再アーク発生困難		
	4.0			

表4 TW-50の拡散性水素量測定結果の一例(JIS Z 3118)

棒径 mm	拡散性水素量(ml/100g)			
	1	2	3	平均
3.2	3.4	3.6	3.2	3.4
4.0	3.9	3.3	3.4	3.5

表5 TW-50の溶着金属性能の一例

棒径 mmφ	電流の 種類	化学成分 %					引張性能			衝撃性能	
		C	Si	Mn	P	S	耐力 MPa	引張強さ MPa	伸び %	試験温度 ℃	vE J
4	AC	0.08	0.45	1.02	0.010	0.007	460	530	30	-30	110

新開発 球形タンク、海洋構造物向け高張力鋼用^{NSSW} N-12M

(AWS A5.5 E8016-C1 該当)

球形タンクや海洋構造物に用いられる610MPa 級高張力鋼用で、溶接後熱処理後も、強度と低温じん性に優れる特長を持った直流専用のN-12Mを開発しましたので紹介します。

これまでの溶接棒では、直流溶接での溶接金属に溶接後熱処理を施すと強度と低温じん性のばらつきがありましたが、各種成分の最適化で高強度と良好な低温じん性を達成することができました。図5に示すように強度、じん性は、590MPa 級鋼溶接棒に比較して大幅に向上しています。溶接棒の諸元を表6、溶接継手性能例を表7、溶着金属性能例を表8に示します。溶接後熱処理後も優れた引張・衝撃特性を有しています。

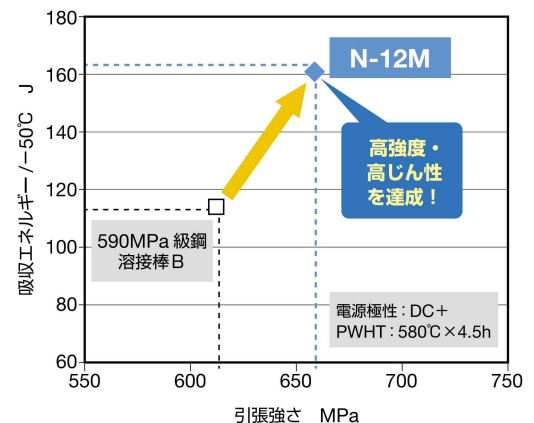


図5 N-12Mの機械性能 一例

表6 N-12Mの諸元

銘柄	被覆剤の系統	適用鋼種	電流の種類
N-12M	低水素系	610MPa 級高張力鋼	DC(+)

表7 N-12Mの溶接継手性能例

棒径 mmφ	溶接姿勢	電流の種類	PWHT	溶接電流 A	溶接入熱 kJ/cm	衝撃試験 vE-50℃ J
4	立向上進	DC(+)	580℃×4.5h	140	23～27	117

表8 N-12Mの溶着金属性能の一例

棒径 mmφ	電流の 種類	PWHT	化学成分 %							引張性能			衝撃性能	
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	耐力 MPa	引張強さ MPa	伸び %	試験温度 ℃	vE J
4	DC(+)	580℃×4.5h	0.07	0.36	1.15	0.011	0.002	2.59	0.12	579	659	25	-60	109
		580℃×6.0h								568	650	25	-60	150

海洋構造物向け 高張力鋼用^{NSSW} L-80SN (JIS Z 3211 E7816-N9M3U, AWS A5.5 E11016-G 該当)

L-80SNは主に海洋構造物向けの780MPa 級高張力鋼用の超低水素溶接棒です。近年、海洋構造物は大型化と寒冷地開発が進んでいるため、適用される溶接材料は、より高強度でかつ低温側の高じん性化が要求されています。L-80SNの諸元を表9、溶接継手の性能例を表10、溶着金属性能例を表11に示すとおり、優れた引張・衝撃特性を有しています。また優れた耐割れ性を確保するために、当社独自の極低水素化の製造方法を実施しているため被覆が吸湿しにくく(図6)、拡散性水素量は極めて低い(図7)レベルで厳しい海洋構造物の施工環境に十分耐えられ良好な耐割れ性能が得られます。

表 9 L-80SNの諸元

銘柄	被覆剤の系統	適用鋼種	電流の種類	拡散性水素量の一例 ml/100g
L-80SN	超低水素系	780MPa 級高張力鋼	AC DC(+)	2.4

表10 L-80SNの溶接継手性能例

棒径 mm φ	溶接姿勢	電流の種類	溶接電流 A	溶接入熱 kJ/cm	継手引張試験	衝撃試験
					引張強さ MPa	vE - 60℃ J
4	立向上進	DC(+)	120 ~ 130	23 ~ 27	866	67
		AC	130 ~ 140	22 ~ 27	855	86

*母材は WEL-TEN 780 板厚 32mm

表11 L-80SNの溶着金属性能の一例

棒径 mm φ	電流の 種類	化学成分 %							引張性能			衝撃性能	
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	耐力 MPa	引張強さ MPa	伸び %	試験温度 ℃	vE J
4	AC	0.04	0.38	1.37	0.011	0.003	4.70	0.44	827	896	21	-80	105

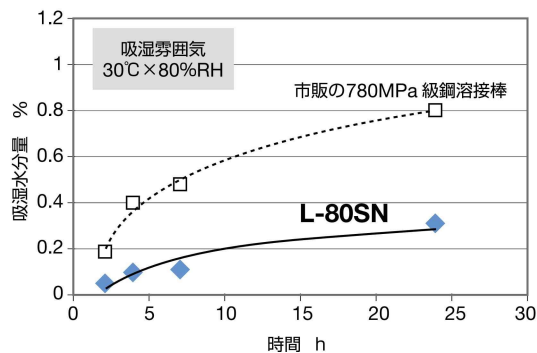


図 6 L-80SN の吸湿曲線 一例

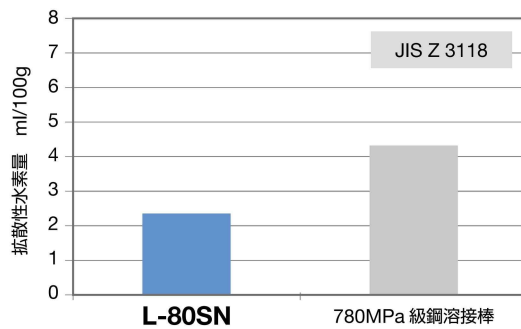


図 7 L-80SN の拡散性水素量 一例

3 溶接棒の乾燥温度管理について

被覆アーク溶接棒は、基本的に使用前に乾燥する必要があります。詳しい乾燥温度管理表を表12に示します。乾燥温度と乾燥時間を守って使用してください。また乾燥後の溶接棒は、保持温度、最高保持時間内で保管しておく、そのまま継続して使用が可能です。乾燥後、放置した溶接棒を再度使用する際は、許容乾燥回数での再乾燥後の使用をお願いします。

表 12 溶接材料の乾燥温度管理表

適用鋼種	被覆系統	銘柄一例	乾燥温度 ℃	乾燥時間 min.	保持温度 ℃	最高保持時間 h.	許容乾燥回数 回
軟鋼	イルミナイト系	G-200, A-200	70 ~ 120	30 ~ 60	40 ~ 60	—	5
	ライムチタニヤ系	NS-03Hi, NS-03T	70 ~ 120	30 ~ 60	40 ~ 60	—	5
	高酸化チタン系	S-13Z, FT-51	70 ~ 120	30 ~ 60	40 ~ 60	—	5
	特殊系	EX-4	70 ~ 120	30 ~ 60	40 ~ 60	—	5
	低水素系	NSSW-16, NSSW-16V	300 ~ 350	30 ~ 60	100 ~ 150	72	3
490MPa 級 高張力鋼	低水素系	L-55, TW-50	300 ~ 350	30 ~ 60	100 ~ 150	72	3
	鉄粉低水素系	LM-55G	350 ~ 400	30 ~ 60	100 ~ 150	72	3
	特殊系	EX-50F	150 ~ 200	30 ~ 60	70 ~ 120	—	5
570MPa 級 高張力鋼	低水素系	L-60, L-62CF	350 ~ 400	60 ~ 90	100 ~ 150	72	3
690MPa 級 高張力鋼	低水素系	L-70, L-74S	350 ~ 400	60 ~ 90	100 ~ 150	72	3
780MPa 級 高張力鋼	低水素系	L-80, L-80SN	350 ~ 400	60 ~ 90	100 ~ 150	24	2
低温鋼	低水素系	L-55SN, L-12M	350 ~ 400	30 ~ 60	100 ~ 150	72	3
耐熱鋼	低水素系	CM-1A, N-2S	350 ~ 400	30 ~ 60	100 ~ 150	72	3
ステンレス鋼	ライムチタニヤ系	NSSW-308・R, NSSW-309・R	150 ~ 250	30 ~ 60	100 ~ 150	72	3
Ni 合金	ライム系	YAWATA WELD B (M)	350 ~ 400	60 ~ 90	100 ~ 150	72	3

4 おわりに

当社の溶接棒は他にも、ステンレス鋼用や硬化肉盛用など幅広いラインナップを取り揃えています。現在、さらなる新製品開発にも取り組んでいますので、また別の機会に紹介したいと思います。今後とも変わらぬご愛顧のほど、よろしくお願いいたします。

「参考文献」 1) (一社)日本溶接協会 HP 接合・溶接技術Q&A 1000 参照 Q11-04-03