

溶接材料規格 (ISO/AWS/JIS) の最新状況 — JIS Z 3223 モリブデン鋼及びクロムモリブデン 鋼用被覆アーク溶接棒 —

(一社) 日本溶接協会 溶接材料部会 技術委員会

1 はじめに

標記JIS Z 3223は2010年にISO整合化改正を行った。対応国際規格は、「ISO 3580:2004, Welding consumables - Covered electrodes for manual metal arc welding of creep-resisting steels - Classification」である。

本稿では、JIS Z 3223:2010で規定した内容について解説する。

2 JIS Z 3223の適用範囲

JIS Z 3223:2000では、適用鋼種が5種類の被覆アーク溶接棒を規定していたが、ISO 3580:2004に整合するように溶着金属の化学成分であるクロムおよびモリブデンの範囲を拡大し、フェライト系およびマルテンサイト系の低合金鋼であって耐クリープ性をもつモリブデン鋼およびクロムモリブデン鋼用の溶接後熱処理を行って使用する被覆アーク溶接棒（以下、溶接棒という）について規定している。

3 溶接棒の種類の記号の付け方

JIS Z 3223改正における最大の留意点は、JIS Z 3211:2008と同様に、溶接棒を表す冠が電弧棒を表す「D」からElectrodesを表す「E」に変更となり、イルミナイト系被覆を表す記号が「01」から「19」に変更となったこ

とである。JIS Z 3223の被覆アーク溶接棒の区分記号は、旧規格では、「被覆アーク溶接棒を示す記号」、「低合金耐熱鋼を示す記号」、「適用鋼種を表す記号」ならびに「被覆剤の系統及び電流の種類を示す記号」の4区分であったが、ISO 3580 System Bとの国際整合化のために、「被覆アーク溶接棒を示す記号」、「溶着金属の機械的性質を示す記号」、「被覆剤の種類（被覆剤の系統、溶接姿勢及び電流の種類を含む）を示す記号」、「溶着金属の化学成分を示す記号」および「溶着金属の（拡散性）水素量を示す記号」の5区分とした。

なお、この溶接材料を使用する場合には、一般的に溶接後熱処理を行うことが必須であるため、溶接後熱処理に関する区分記号は規定しない。

図1に溶接棒の種類の記号の付け方を例とともに示し、以下に個別記号区分を解説する。

① 引張強さの記号

表1に「引張強さの記号」区分を基準とした溶着金属の機械的性質を示す。ISO 3580 System Bに規定されている4種類に、国内で使用されている3種類（表1の溶着金属の機械的性質の記号に記載している数字の下線記載種類：「57」「69」「83」）を加えて合計7種類を規定した。なお、目標の機械的性質を得るには、複数の被覆剤や溶着金属の化学成分による手段が許容されている。

② 被覆剤の種類の記号

表2に被覆剤の系統、溶接姿勢および電流の種類の分類を合わせて規定した被覆剤の種類の記号を示す。旧規格で規定していた4種類を含む、ISO 3580 System Bに規定されている9種類を規定した。

③ 溶着金属の主要化学成分の記号

表3に「溶着金属の化学成分」を示す。ISO 3580 System Bでは、クロム、モリブデン、バナジウムおよび炭素を溶着金属中の質量分率でレベル分けし、「クロム (Cr):C」、「モリブデン (Mo):M」、「バナジウム

JIS Z 3223 E ① ②-③ ④

(種類表示例) E 55 16-1CM H5

① 55 : 溶着金属の引張強さ : 550 MPa以上

② 16 : 被覆剤の種類 : 低水素系

③ 1CM : 溶着金属の主要化学成分 : 表3参照

④ H5 : 水素量 5 mL/溶着金属100 g以下

図1 溶接棒の種類の記号の付け方

表1 溶着金属の機械的性質

溶接棒の種類			引張強さ MPa	耐力 ^{b)} MPa	伸び ^{c)} %	熱管理条件		
溶着金属の機械的性質の記号	被覆剤の種類 ^{a)} の記号	溶着金属の化学成分の記号				予熱及び バス間温度 ℃	溶接後熱処理	
							温度 ^{d)} ℃	保持時間 ^{e)} min
49	XX	1M3	490以上	390以上	22以上	90~110	605~645	60
49	YY	1M3	490以上	390以上	20以上	90~110	605~645	60
55	XX	CM	550以上	460以上	17以上	160~190	675~705	60
55	XX	C1M	550以上	460以上	17以上	160~190	675~705	60
55	XX	1CM	550以上	460以上	17以上	160~190	675~705	60
55	13	1CM	550以上	460以上	14以上	160~190	675~705	60
52	XX	1CML	520以上	390以上	17以上	160~190	675~705	60
62	XX	2C1M	620以上	530以上	15以上	160~190	675~705	60
62	13	2C1M	620以上	530以上	12以上	160~190	675~705	60
55	XX	2C1ML	550以上	460以上	15以上	160~190	675~705	60
55	XX	2CML	550以上	460以上	15以上	160~190	675~705	60
57	XX	2CMWV	570以上	490以上	15以上	160~190	700~730	120
57	XX	2CMWV-Ni	570以上	490以上	15以上	160~190	700~730	120
62	XX	2C1MV	620以上	530以上	15以上	160~190	725~755	60
62	XX	3C1MV	620以上	530以上	15以上	160~190	725~755	60
55	XX	5CM	550以上	460以上	17以上	175~230	725~755	60
55	XX	5CML	550以上	460以上	17以上	175~230	725~755	60
62	XX	9C1M	620以上	530以上	15以上	205~260	725~755	60
62	XX	9C1ML	620以上	530以上	15以上	205~260	725~755	60
62	XX	9C1MV	620以上	530以上	15以上	230~290	745~775	120
62	XX	9C1MV1	620以上	530以上	15以上	205~260	725~755	60
69	XX	9CMWV-Co	690以上	600以上	15以上	205~260	725~755	480
69	XX	9CMWV-Cu	690以上	600以上	15以上	200~230	725~755	300
83	XX	10C1MV	830以上	740以上	12以上	205~260	675~705	480
AA	ZZ	G	機械的性質の要求値は、受渡当事者間の協定による。					

注記 1MPa=1N/mm²

注a) 被覆剤の種類^{a)}の記号のXXは、15、16又は18とし、YYは、10、11、19、20又は27とし、ZZは、表2に規定するいずれかの記号とする。溶着金属の機械的性質の記号のAAは、49、52、55、57、62、69又は83とする。

b) 降伏が発生した場合は、下降伏点とし、それ以外は、0.2%耐力とする。

c) 伸びは、破断伸びとする。

d) 加熱速度は、85℃/h~275℃/hでなければならない。また、300℃以上の温度域の冷却は、200℃/h以下の速度で炉内で行わなければならない。

e) 保持時間の許容差は、0min、+10minとする。

表2 被覆剤の種類

記号	被覆剤の系統	溶接姿勢 ^{a)}	電流の種類 ^{b)}
10 ^{c)}	高セルロース系	全姿勢	DC (+)
11 ^{c)}	高セルロース系	全姿勢	AC及び/又はDC (+)
13 ^{c)}	高酸化チタン系	全姿勢 ^{d)}	AC及び/又はDC (±)
15	低水素系	全姿勢 ^{d)}	DC (+)
16	低水素系	全姿勢 ^{d)}	AC及び/又はDC (+)
18	鉄粉低水素系	PGを除く全姿勢	AC及び/又はDC (+)
19 ^{c)}	イルミナイト系	全姿勢 ^{d)}	AC及び/又はDC (±)
20 ^{c)}	酸化鉄系	PA及びPB	AC及び/又はDC (-)
27 ^{c)}	鉄粉酸化鉄系	PA及びPB	AC及び/又はDC (-)

注a) 溶接姿勢は、JIS Z 3011による。PA下向、PB水平すみ肉、PG立向下進

b) 電流の種類に用いている記号の意味は、次による。

AC：交流、DC (+)：棒プラス、DC (-)：棒マイナス、DC (±)：棒プラス及び棒マイナス

c) 当該被覆剤は、溶着金属の化学成分の記号1M3だけに適用する。

d) PG (立向下進) は必ず (須) ではなく、その適用可否は製造業者の規定による。

(V) : V」の記号にレベルを表す数字を組み合わせた合金記号、及び炭素の合金記号：L、H又は記号なし、を用いて溶着金属の化学成分を表しているため、それに倣ってISO 3580 System Bに規定されている17種類を規

定し、さらに国内で使用されている5種類（タングステン、ニッケル、コバルト、銅を特徴とする。）を加えて計22種類を規定した。

a) モリブデンだけを合金元素として含有しているもの

表3 溶着金属の化学成分

記号	化学成分 ^{a) b) c)}								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	その他
1M3	0.12以下	0.80以下	1.00以下	0.030以下	0.030以下	—	0.40～0.65	—	—
CM	0.05～0.12	0.80以下	0.90以下	0.030以下	0.030以下	0.40～0.65	0.40～0.65	—	—
C1M	0.07～0.15	0.30～0.60	0.40～0.70	0.030以下	0.030以下	0.40～0.60	1.00～1.25	0.05以下	—
1CM	0.05～0.12	0.80以下	0.90以下	0.030以下	0.030以下	1.00～1.50	0.40～0.65	—	—
1CML	0.05以下	1.00以下	0.90以下	0.030以下	0.030以下	1.00～1.50	0.40～0.65	—	—
2C1M	0.05～0.12	1.00以下	0.90以下	0.030以下	0.030以下	2.00～2.50	0.90～1.20	—	—
2C1ML	0.05以下	1.00以下	0.90以下	0.030以下	0.030以下	2.00～2.50	0.90～1.20	—	—
2CML	0.05以下	1.00以下	0.90以下	0.030以下	0.030以下	1.75～2.25	0.40～0.65	—	—
2CMWV	0.03～0.12	0.60以下	0.40～1.50	0.030以下	0.030以下	2.00～2.60	0.05～0.30	0.15～0.30	Nb 0.010～0.050 W 1.00～2.00
2CMWV-Ni	0.03～0.13	0.30～0.90	0.40～1.50	0.030以下	0.030以下	1.90～2.60	0.20以下	0.10～0.40	Nb 0.010～0.060 W 1.00～2.00 Ni 0.70～1.20
2C1MV	0.05～0.15	0.60以下	0.40～1.50	0.030以下	0.030以下	2.00～2.60	0.90～1.20	0.20～0.40	Nb 0.010～0.050
3C1MV	0.05～0.15	0.60以下	0.40～1.50	0.030以下	0.030以下	2.60～3.40	0.90～1.20	0.20～0.40	Nb 0.010～0.050
5CM	0.05～0.10	0.90以下	1.00以下	0.030以下	0.030以下	4.0～6.0	0.45～0.65	-	Ni 0.40以下
5CML	0.05以下	0.90以下	1.00以下	0.030以下	0.030以下	4.0～6.0	0.45～0.65	-	Ni 0.40以下
9C1M	0.05～0.10	0.90以下	1.00以下	0.030以下	0.030以下	8.0～10.5	0.85～1.20	-	Ni 0.40以下
9C1ML	0.05以下	0.90以下	1.00以下	0.030以下	0.030以下	8.0～10.5	0.85～1.20	-	Ni 0.40以下
9C1MV	0.08～0.13	0.30以下	1.20以下	0.01以下	0.01以下	8.0～10.5	0.85～1.20	0.15～0.30	(Mn+Ni) 1.50以下 Cu 0.25以下 Al 0.04以下 Nb 0.02～0.10 N 0.02～0.07 Cu 0.25以下 Al 0.04以下 Nb 0.02～0.10 N 0.02～0.07
9C1MV1	0.03～0.12	0.60以下	0.85～1.80	0.025以下	0.025以下	8.0～10.5	0.80～1.20	0.15～0.30	Ni 1.0以下 Cu 0.25以下 Al 0.04以下 Nb 0.04～0.12 N 0.02～0.07
9CMWV-Co	0.03～0.12	0.60以下	0.40～1.30	0.025以下	0.025以下	8.0～10.5	0.10～0.50	0.10～0.50	Co 1.00～2.00 Nb 0.010～0.050 W 1.00～2.00 Ni 0.30～1.00 N 0.02～0.07
9CMWV-Cu	0.05～0.10	0.50以下	0.40～1.30	0.030以下	0.030以下	8.0～11.0	0.10～0.50	0.10～0.50	Cu 1.00～2.00 Nb 0.010～0.050 W 1.00～2.00 Ni 0.50～1.20 N 0.02～0.07
10C1MV	0.03～0.12	0.60以下	1.00～1.80	0.025以下	0.025以下	9.5～12.0	0.80～1.20	0.15～0.35	Ni 1.0以下 Cu 0.25以下 Al 0.04以下 Nb 0.04～0.12 N 0.02～0.07
G	化学成分の要求値は、受渡当事者間の協定による。								

注a) 分析値は、JIS Z 8401によって、表中に規定する値と同じ有効数字に丸めなければならない。
 b) “—”は、その化学成分を規定しないことを意味する。
 c) 鉄以外の成分であって、この表で規定しない成分を溶着金属の分析試験(6.2)の過程で検出したとき又は意図的に添加したときは、それらの成分の合計は、0.50% (質量分率) 以下でなければならない。また、この表で規定しない成分を意図的に添加したときは、分析値を報告しなければならない。

については、関連するISO 2560 (Welding consumables - Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels - Classification 溶接材料 - 非合金鋼及び細粒鋼用被覆アーク溶接棒 - 分類) に合わせて、公称レベル 1 % 未満のMn - 0.5% Moのものを1M3と規定した。

b) クロムおよびモリブデンを合金元素として含有しているものについては、クロムはCとその前に付ける整数で、また、モリブデンはMとその前に付ける整数で、含有量を表す。ただし、クロムおよびモリブデンのいずれにおいても含有量が1%未満の場合は先行する整数を付けない。

表4 溶着金属の水素量

単位 mL/溶着金属100g

記号	水素量
H5	5以下
H10	10以下
H15	15以下

- c) バナジウムが添加される場合は、Vを付ける。
- d) 炭素は、記号Lで低炭素を表し、また記号Hで高炭素を表す。
- e) JISで追加した5種類については、タングステン、ニッケル、コバルト及び/又は銅を特徴とする合金元

表5 新旧JIS対応表

		旧規格	この規格	
被覆アーク溶接棒を示す記号	被覆アーク溶接棒を示す記号	D	E	
	適用鋼種を示す記号	T	-----	
被覆アーク溶接棒の区分記号	溶着金属の機械的性質を示す記号	適用鋼種として規定	12 (490 MPa以上)	49 (引張強さ490 MPa以上)
			23の一部 (530 MPa以上)	52 (同上 520 MPa以上)
			23の一部、24の一部、及び25 (560 MPa以上)	55 (同上 550 MPa以上)
			-----	57 (同上 570 MPa以上)
			24の一部 (630 MPa以上)、26 (560 MPa以上)	62 (同上 620 MPa以上)
			-----	69 (同上 690 MPa以上)
	被覆剤の種類を示す記号 (被覆剤の系統、溶接姿勢及び電流の種類を含む)	-----	-----	10 (高セルロース系、全姿勢、DCEP)
		-----	-----	11 (高セルロース系、全姿勢、
		13 (高酸化チタン系、全姿勢、AC及び/又はDCEP) AC及び/又はDCEN)	-----	13 (高酸化チタン系、全姿勢、AC又はDCEN)
		15 (低水素系、全姿勢、DCEP)	-----	15 (低水素系、全姿勢、DCEP)
16 (低水素系、全姿勢、AC又はDCEP)	-----	16 (低水素系、全姿勢、AC及び/又はDCEP)		
18 (鉄粉低水素系、全姿勢、AC又はDCEP)	-----	18 (鉄粉低水素系、PGを除く全姿勢、AC及び/又はDCEP)		
-----	-----	19 (イルミナイト系、全姿勢、AC及び/又は {DCEP及びDCEN})		
-----	-----	20 (酸化鉄系、下向・水平すみ肉、AC及び/又は {DCEP及びDCEN})		
-----	-----	27 (鉄粉酸化鉄系、下向・水平すみ肉、AC及び/又はDCEN)		
被覆アーク溶接棒の区分記号	溶着金属の化学成分を示す記号	旧規格	この規格	
		1216	1M3 (相当するAWS A5.5 → A1)	
		-----	CM (同上 B1)	
		-----	C1M (同上 B5)	
		2313, 2316, 2318	1CM (同上 B2)	
		2315	1CML (同上 B2L)	
		2413, 2416, 2418	2C1M (同上 B3)	
		2415	2C1ML (同上 B3L)	
		-----	2CML (同上 B4L)	
		-----	2CMWV	
		-----	2CMWV-Ni	
		-----	2C1MV	
		-----	3C1MV	
		2516	5CM (同上 B6)	
		-----	5CML (同上 B6L)	
		2616	9C1M (同上 B8)	
		-----	9C1ML (同上 B8L)	
		-----	9C1MV (同上 B9)	
	-----	9C1MV1		
	-----	9CMWV-Co		
-----	9CMWV-Cu			
-----	10C1MV			
-----	G			
溶着金属の水素量の記号	規定なし	H5	H10	
		H15		
		記号なしの場合は規定しない		
熱処理	規定あり	溶着金属の化学成分が旧JISと対応するものは、旧JISと同等。		

すみ肉溶接試験	規定なし	規定あり
曲げ試験	規定あり	規定なし
引張試験の試験片形状	標点距離 4D	標点距離 5D

注記 この対応表では、代表的な対応を記載したが、新旧JISで区別の仕方などが異なるため、すべての被覆アーク溶接棒が必ずしもこのとおりに対応せず、例外あり。

素として規定する場合は、元素記号の短縮を行わずに、それぞれW, Ni, Co, Cuを付ける。

f) 例えば、2C1MLは化学成分の公称レベルが2% Cr および1% Moであることを表す。

④ 溶着金属の水素量の記号（追加できる記号）

表4に「溶着金属の水素量の記号」を示す。これは、溶接部に含まれてくる拡散性水素は、溶接部の遅れ割れの原因となることが知られており、高品位溶接部には、被覆剤として低水素系が選択されたり、溶接棒を再乾燥させて使用されている。これらの水素に係る溶接棒の高品位性を表示する指標として、「溶着金属の水素量の記号」付記にて区分される。

4 おわりに

JIS Z 3223の新旧JIS対比を表5に示す。耐熱鋼として称されるモリブデン鋼およびクロムモリブデン鋼は、火力発電用ボイラ、石油精製、石油化学、石炭液化、石炭ガス化などの各分野で反応容器などの重要構造物に広く利用されている。これらの鋼種について、ISOでは「Creep-resisting steels」とし、JISでは具体的な成分で表す「モリブデン鋼及びクロムモリブデン鋼」としている。本稿では、この耐熱鋼用被覆アーク溶接棒を取り上げて、その改正内容を解説した。

参考文献

1) 連載「溶接材料規格 (ISO/AWS/JIS) の最新状況—第1回

- ISO System BとAWS・JISの関係」溶接技術, 2013年5月号, 91~95ページ
- 2) 連載「溶接材料規格 (ISO/AWS/JIS) の最新状況—第2回JIS Z 3211 軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒」溶接技術, 2013年6月号, 117~120ページ
- 3) 連載「溶接材料規格 (ISO/AWS/JIS) の最新状況—第3回JIS Z 3312 軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ」溶接技術, 2013年7月号, 92~95ページ
- 4) 連載「溶接材料規格 (ISO/AWS/JIS) の最新状況—第4回JIS Z 3313 軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ」溶接技術, 2013年8月号, 93~97ページ
- 5) 連載「溶接材料規格 (ISO/AWS/JIS) の最新状況—第5回JIS Z 3316 軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用ティグ溶接溶加棒及びソリッドワイヤ」溶接技術, 2013年9月号, 93~96ページ
- 6) 連載講座「溶接関連規格の動向—第1回 溶接材料」, 溶接技術, 2013年1月号, 134~137ページ
- 7) (社)日本溶接協会 溶接棒部会 技術委員会 特集 溶接の今をひもとく 第1部 溶接を取り巻く今日的課題「溶接材料関連ISO/JISの動きと注意点 (国際整合化に基づくJIS改正)」, 溶接技術, 2009年1月号, 66~74ページ
- 8) (社)日本溶接協会 溶接棒部会 技術委員会「溶接材料JISの改正内容の解説」
 - ・第1回「JIS Z 3211 軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒」, 溶接技術, 2009年2月号, 97~101ページ
 - ・第2回「JIS Z 3312 軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ」, 溶接技術, 2009年3月号, 98~103ページ
 - ・第3回「JIS Z 3313 軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接用フラックス入りワイヤ」, 溶接技術, 2009年4月号, 106~110ページ
 - ・第4回「ステンレス鋼溶接材料」, 溶接技術, 2009年5月号, 114~119ページ
 - ・第5回「低合金耐熱鋼用溶接材料」及び「サブマージ溶接材料」, 溶接技術, 2009年6月号, 134~142ページ
 - ・第6回「Ni-Ni合金用溶接材料」及び「Al-Al合金用溶接材料」, 溶接技術, 2009年7月号, 119~124ページ
 - ・第7回「Ti-Ti合金用溶接材料」及び「溶接及び熱切断用シールドガス」, 溶接技術, 2009年8月号, 106~112ページ