

電炉製ねじふし鉄筋継手の低温特性に関する研究

東京鉄鋼㈱ 正会員 ○小曾根茂雄

東京鉄鋼㈱ 正会員 大橋 茂信

1. はじめに

本研究は、前報で報告した電炉製ねじふし鉄筋の無機グラウト継手に関する研究に引き続き、LNG地下式貯蔵槽本体用鉄筋として採用を想定したとき、その低温下（ -70°C ）においてねじふし鉄筋（鋼種：SD345）と継手（材質：SC材、FCD材）の品質特性を確認する目的で実施した。

2. 試験概要

2.1 供試体 表1に供試体一覧表を、図1に供試体製作例をしめす。鉄筋はSD345のねじふし鉄筋を使用し、温度条件は常温と -70°C 、継手施工条件は4種類を設定し供試体は各3本とした。低温槽内の鉄筋は低温になると強度が上がるため、低温槽外の部分の鉄筋は焼き入れ鉄筋とした。

表1 試験体一覧表

供試体	試験名	供試体条件		温度条件	数量
		鋼種	使用継手		
No.1	素材鉄筋の引張試験	SD345	D41	常温	3P
No.2			D35		3P
No.3			D32		3P
No.4			D25		3P
No.5			D41		3P
No.6			D35		3P
No.7			D32		3P
No.8			D25		3P
No.9	接合鉄筋の引張試験	SD345	Aカブラー	-70°C	3P
No.10			Sカブラー		3P
No.11			Aタイプ		3P
No.12			D35		3P
No.13			D32		3P
No.14			Hカブラー		3P
No.15			D25		3P

素材鉄筋の低温引張試験



接合鉄筋の低温引張試験

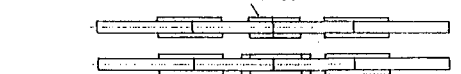


図1 供試体製作例

2.2 使用材料 実験に使用したねじふし鉄筋のサイズはD25、D32、D35、D41であり、グラウト材については無機質の無収縮高強度セメント（圧縮強度：材令7日で $400\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上）を用いた。また、表2にSC材を素材としたAタイプ、Sタイプ継手と、FCD材を素材としたHタイプ継手の標準寸法を、図2に継手の構成をしめす。

表2 A、S、Hタイプ継手の標準寸法

継手種類	呼び名	継手外径	継手全長
		mm	mm
Aタイプ	D41	72.2	305
Sタイプ	D41	72.2	340
Hタイプ	D25	45.2	220
"	D32	56.8	300
"	D35	62.0	310
"	D41	72.6	340

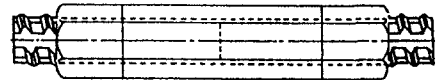
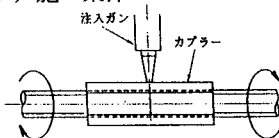


図2 継手の構成例

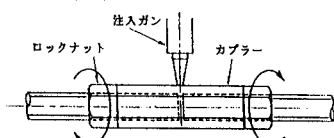
2.3 供試体の製作方法 図3に供試体製作方法をしめす。施工条件1で製作した供試体はNo.9、No.10、No.12、No.13、No.14、No.15で、施工条件2で製作した供試体はNo.11である。なお、グラウト材の養生期間は7日とし試験を実施した。

(1) 施工条件1



鉄筋を突合せ18kg・mのトルクで締め付ける。
グラウト注入

(2) 施工条件2



ロックナットを18kg・mのトルクで締め付ける。
グラウト注入

図3 供試体製作方法

2. 4 試験方法 図4に低温試験方法をしめす。冷却方法は試験機のチャック間に供試体を固定し、そこに低温槽を取付けて液化窒素エルフから窒素ガスを低温槽内に送り込み供試体を冷却する。冷却温度測定は低温槽内の鉄筋および継手の上中下部の3箇所に熱電対を張り付け測定する。冷却は鉄筋および継手の3箇所の温度差を小さく保ちながら冷却し、 -70°C に達してから15分間保持しJISの引張試験方法に準じて実施した。

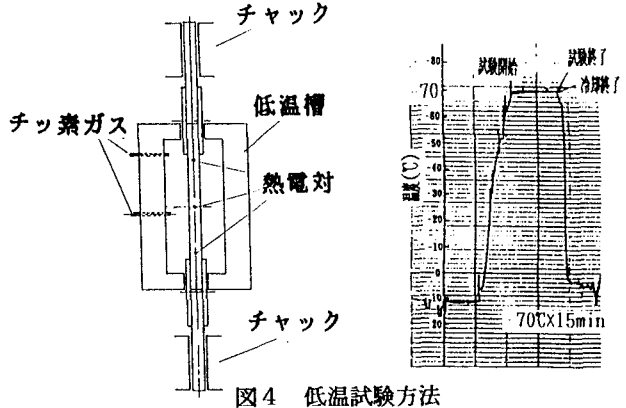


図4 低温試験方法

3. 試験結果

表3、表4に素材鉄筋の常温時と低温下

(-70°C)の引張試験結果を、表5に接合鉄筋の低温下(-70°C)の引張試験結果をしめす。

表3 素材鉄筋の常温時の引張試験結果

供試体	サイズ		降伏点 N/mm2	引張強さ N/mm2	伸び %	降伏比
No.1	D 4 1	1	387	580	24.0	0.68
		2	408	589	25.5	0.89
		3	401	579	24.0	0.89
		x	401	583	24.5	0.89
No.2	D 3 5	1	430	598	26.8	0.72
		2	421	584	28.9	0.72
		3	430	598	25.8	0.72
		x	427	592	27.1	0.72
No.3	D 3 2	1	404	582	28.1	0.89
		2	403	580	28.7	0.89
		3	400	575	29.9	0.70
		x	402	579	28.9	0.89
No.4	D 2 5	1	387	557	28.8	0.70
		2	387	559	30.7	0.89
		3	387	555	30.8	0.70
		x	387	557	30.1	0.70

表5 接合鉄筋の低温下(-70°C)の引張試験結果

試験体	サイズ		降伏点 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	絞り	降伏比
No.9	D41	1	487	854	有	0.71
		2	458	854	有	0.70
		3	458	845	有	0.71
		x	481	851		0.71
No.10	D41	1	468	862	有	0.71
		2	458	855		0.72
		3	481	858	有	0.70
		x	482	858		0.71
No.11	D41	1	489	862	有	0.72
		2	458	854	有	0.70
		3	448	846	有	0.89
		x	458	851		0.70
No.12	D41	1	481	857	有	0.70
		2	445	857	有	0.88
		3	488	862	有	0.71
		x	457	859		0.89
No.13	D35	1	475	853	有	0.73
		2	475	853	有	0.73
		3	475	854	有	0.73
		x	475	854		0.73
No.14	D32	1	444	838	有	0.70
		2	478	851	有	0.73
		3	454	838	有	0.71
		x	458	842		0.71
No.15	D25	1	448	828	有	0.72
		2	440	828	有	0.71
		3	452	830	有	0.72
		x	447	827		0.72

表4 素材鉄筋の低温下(-70°C)の引張試験結果

供試体	サイズ		降伏点 N/mm2	引張強さ N/mm2	伸び %	降伏比
No.5	D41	1	481	840	24.5	0.72
		2	482	849	24.8	0.71
		3	448	848	28.8	0.89
		x	457	845	25.4	0.71
No.6	D35	1	497	847	23.9	0.77
		2	481	847	25.7	0.74
		3	478	847	25.2	0.74
		x	485	847	24.9	0.75
No.7	D32	1	480	848	27.8	0.71
		2	453	848	27.8	0.70
		3	478	848	28.3	0.74
		x	484	848	27.8	0.72
No.8	D25	1	444	828	28.0	0.71
		2	444	828	28.4	0.71
		3	448	824	27.4	0.72
		x	445	828	28.3	0.71

4. まとめ

電炉製ねじふし鉄筋および継手の低温下(-70°C)での特性として下記のことがわかった。

- 1) 降伏強度は約15%、引張強度は約10%増加する。
- 2) 伸びは、2~3%減少する。
- 3) 低温下においても鉄筋の破断箇所に絞りが確認できる。
- 4) 降伏比は、0.02増加する。
- 5) 継手材質、施工条件による機械的性質の差はない。

以上より、LNG地下式貯蔵槽本体用鉄筋として採用の可能性が確認された。