

溶接構造用高張力鋼管 S T K 5 0 について

寺 町 忠 夫*
岡 繁**

「最近の日本に於ける高度の溶接技術の発展に伴う、溶接構造物の普及と相俟って、在来その断面性状に力学的有利性を認識させられていた鋼管が、次々に建築、鉄塔、橋梁等の構造物に使用されるに至った。一方鉄鋼業界に於ける構造用高張力鋼の研究は飛躍的發展を見せている。溶接技術、鋼管、高張力鋼の導入は、いずれもその軽量化と大形構造物への可能性を目指す鉄構構造物の新時代を画すべき三大指標ともいえるものであるが、此の三つの新技術の上に立って三位一体の近代的構造用鋼材として出現したものが溶接構造用高張力鋼管 S T K 5 0 なのである。S T K 5 0 は 1958 年住友金属工業に於て始めて生産され、1961 年日本工業規格に正式に登録され authorize されるに至った。此の鋼管の特徴は在来欧州に於て使用されている構造用 50 kg/cm^2 高張力鋼の多くが、高炭素鋼であるのに比してマンガンの含有によってその高強度に期待し、更に溶接に対し高度の信頼性をもたせた Mn-Si 合金鋼であり、鋼管としての製造過程に於て、継目無鋼管のみでなく電気抵抗溶接管としても製造可能なことである。

材 質

日本工業規格 J I S . G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管に示された S T K 5 0 の化学成分及び物理的諸性質は次の通りである。

表 1

記 号	化 学 成 分 (%)				
	C	Si	Mn	P	S
S T K 5 0	0.18 以下	0.55 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.040 以下

表 2

種類 記 号	引 張 試 験				曲 ゲ 試 験		へ平試験 平板間の 距 離 (Dは管 の外径)
	引張強サ kg/mm^2	降 伏 点 kg/mm^2	伸 び %		曲グ 角度	内側半径 (Dは管 の外径)	
			縦方向 11号 12号	横方向5号			
4種 STK50	50以上	32以上	23以上	18以上	90	6D	$\frac{1}{8}D$

* 住友金属工業株式会社製品開発部長 工博

** “ 製品開発部

又、日本建築学会に於て提示された鋼管構造計算規準には建築の構造部材に使用された場合の許容応力度を次の通り規定している。

許 容 応 力 度		長 期 許 容 応 力 度				短期許容応力度
		引張り	圧 縮	せん断	側 圧	
STK50	厚さ4mm未満	20	20	12	38	長期の1.5倍
	厚さ4mm以上	22	22	13	41	

ここで4mm以上と4mm未満とを区別しているのは、極薄肉材の場合の腐蝕の進行、局部変形のし易さ、製作誤差の影響等を考慮したものである。

又Vノッチによるシャルピー衝撃値は下表の通りである。

試験温度℃	+60	+20	0	-20	-60
衝撃値 kg-m/cm^2	25-28	25-30	26-29	25-29	16-23

座 屈 性 状

鉄構造物の部材として、形状性能の優秀を示す代表的諸元の一つとして座屈性能がある。元来鋼管は座屈に対して極めて優秀な性能を持っていることはよく知られているがSTK50は更に此の性状の有利さを倍加している。STK50の座屈性状について1951年東京大学及び住友金属工業の共同研究によって行われた実験は次のような結果であった。使用材料は表5に示す。

表5 1. 機械的性質

		管の製法	熱処理	降伏点(kg/mm^2)	引張強度(kg/mm^2)	伸び(%)
A	60.5×2.9	電 縫	な し	52.43	57.43	38.34
			550℃	45.63	57.18	43.11
			600 "	44.93	56.18	43.34
			650 "	43.80	55.57	45.57
			700 "	41.25	53.27	46.87
			900 "	41.51	56.16	47.66
B	101.6×3.5	継目無	な し	46.43	60.43	28.20
	114.3×4.5	継目無	"	43.40	58.28	30.27

2. 化 学 成 分

成 分 (‰)							Ceq
C	S _i	M _n	P	S	C _n	C _r	(‰)
6.14 ~0.16	0.23 ~0.31	1.22 ~1.27	0.008 ~0.009	0.004 ~0.005	0.12 ~0.13	0.08 ~0.14	0.356 ~0.378

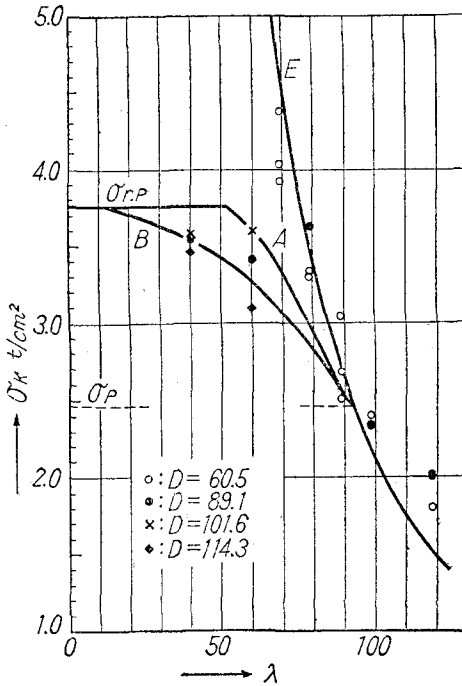
これについて材料実測値と座屈実験値との関係は表6及び図1の通りである。

表 6

公 称 寸 法		材 長	試験体	実 測 寸 法			細 長 比		座 屈	断面積	座 屈 応力度 σ _K (t/cm ²)
(mm)				直 径	板 厚	断面積	公 称	実 測			
(直径)×(板厚)		(mm)	番 号	(mm)	(mm)	(mm)			P (ton)	A (cm ²)	
A	60.5×2.9	1400	1	60.6	3.25 ~3.35	57.5	70	68.8	23.0	5.71	4.03
			2	60.5		59.0		69.1	25.8	5.90	4.37
			3	60.5		58.5		69.0	22.9	5.85	3.92
		1600	4	60.4		59.6	80	79.1	21.7	5.96	3.64
			5	60.4		59.8		79.1	20.0	5.98	3.34
			6	60.4		58.7		79.1	19.4	5.87	3.30
		1800	7	60.5		60.5	90	88.9	15.2	6.06	2.51
			8	60.5		57.3		88.7	15.3	5.71	2.68
			9	60.5		58.6		88.9	17.9	5.86	3.06
		2000	10	60.6		60.1	100	98.7	13.9	6.01	2.32
			11	60.4		59.9		98.9	14.0	5.99	2.34
			12	60.4		58.0		98.9	13.9	5.80	2.40
		2400	13	60.5		59.5	120	118.5	10.8	5.95	1.81
			14	60.4		60.3		118.7	12.1	6.03	2.01
			15	60.5		59.3		118.4	12.1	5.93	2.02
B	89.1×3.5	1200	16	89	3.54	9.52	40	39.9	33.7	9.52	3.54
		1800	17	89	3.60	9.60	60	60.0	32.8	9.60	3.42
	101.6×3.5	1400	18	101.7	4.8	14.59	40	40.8	52.2	14.59	3.58
		2100	19	101.9	4.0	14.30	60	60.8	52.0	14.30	3.64
	114.3×4.5	1500	20	115	5.17	17.84	40	39.9	62.0	17.84	3.47
		2300	21	115	5.10	17.64	60	59.1	54.7	17.64	3.10

座屈実験は両端球座を用いて行った。此の実験は日本建築学会論文集才 63号に発表されている。

図 1



STK50が座屈に於てその効力を発揮するのは $\lambda = 30 \sim 100$ の範囲であるが、日本建築学会の鋼管構造計算規程に於ては Euler の実験式の修正値として次の式が適用されている。

$$\begin{aligned} \lambda < 30 & f_k = f_c \\ 30 \leq \lambda \leq 100 & f_k = \left\{ 1 - \alpha \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \right\} f_c \\ 100 < \lambda & f_k = \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \end{aligned}$$

但し f_k : 座屈許容応力度

f_c : 圧縮許容応力度

λ : 細長比

α : 材質により異なる値で表 7 による。

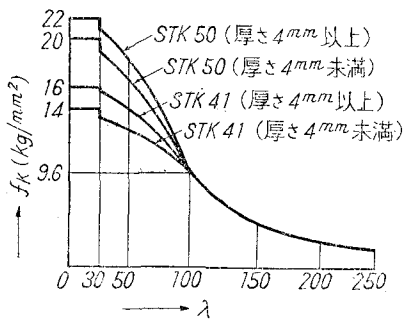
表 7

α の 値

STK 41		SM 50	
厚さ 4mm 未満	厚さ 4mm 以上	厚さ 4mm 未満	厚さ 4mm 以上
0.314	0.400	0.520	0.564

之を図式化すると図 2 の通りである。

図 2



溶接性について

鋼材の溶接性の良否はその化学成分に起因することが大である。シムスとバンタの実験によれば溶接のビード下割れに影響する炭素当量は下式で示される。

$$\begin{aligned} C_{eq} = & C + \frac{1}{6} M_n + \frac{1}{24} S_i + \frac{1}{20} M_o \\ & + \frac{1}{41} V + 0 \times C_r \end{aligned}$$

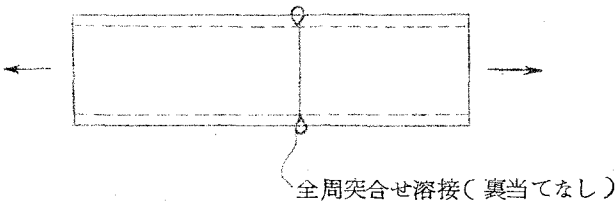
表 1 に示す STK50 の成分許容値の上限は比較的高い値であるが住友金属工業で実際に生産されている STK50 についての分析値及び σ_{eq} は表 5-2 に示されている値でビード下割れは殆んど問題ない。住友金属工業で行った溶接強度に関する実験の内、管端同志の継手に関する実験の 1 例を表 8 に示した。実際の構造物に使用する場合強度の点から考えて低溶接棒の使用が推められている。

表 8

外径mm	肉厚mm	溶接棒	断面積mm ²	破断荷重 α	引張強さ k_g/mm^2	切 断 点
76.3	2.6	S	602	34.7	58	母 材 部
〃	〃	S	〃	35.5	58	〃
〃	〃	O	〃	35.0	58	〃
89.1	2.9	S	985	45.5	58	〃
〃	〃	S	〃	44.0	56	〃
〃	〃	O	〃	45.0	57	〃
29.1	3.5	S	961	51.3	53	〃
〃	〃	S	〃	53.3	56	〃
〃	〃	O	〃	51.1	53	〃

注 S : 八幡溶接棒 JIS D4316 ()
 O : 〃 JIS D4313 ()

実 験 体



STK50の使用実例

STK50は既に建築鉄塔に広く使用されているが、その主な実例及計画を次に記す。

- (1) 鳴門海峡横断送電鉄塔
- 四国地方の余剰電力を淡路島経由し、将来本土に送電するために計画されたこの鉄塔は、極めて気象条件の悪い所であり、又風致地区であるという条件のもとで検討が加えられ、美観、経済

性の点から、STK50にコンクリート充填を行ったM.U.式鋼管鉄塔が採用された。

設計条件は下記によった。

電 圧 170Kv
 回線数 1回線
 径 間 1,716m
 電力線 730[□] イ号アルミ合金特強燃線
 風 圧 形鋼の場合：抵抗係数1.8×風圧倍数1.8=3.24
 鋼管の場合：抵抗係数0.85×風圧倍数2=1.70
 風 速 平均 75m/sec 瞬間 105m/sec

形鋼の場合との設計比較は表9、表10に示す通りである。

表 9 構造体重量比較

		重 量	比 率	摘 要
形 鋼 (SM50)		272.1 ^T	1.00	
鋼 管	n=15	185.8 ^T	0.682	コンクリート充填
(STK50)	n=∞	216.2 ^T	0.795	中 空

表 10 基礎に及ぼす影響

	自 重	風 圧 荷 重		地震荷重	最 大 荷 重	
		平 均	瞬 間		引 揚	圧 縮
鋼 管	77.42	126.29	225.63	346.3	305.11	443.08
形 鋼	70.40	216.02	391.14	331.48	574.62	642.25
鋼管/ 形鋼の比	1.1	0.584	0.577	1.048	0.531	0.69

注1. コンクリート荷重を含む。

(2) 住友金属工業和歌山製鉄所コールドストリップミル建家の計画

住友金属工業が和歌山で計画しているコールドストリップミル建家は母屋胴像、及びクレン、ランウェイガーダー以外は全て鋼管が主材となっている。この建家は建坪2,6000m²、7棟連続で軒高は7.5m~20m、トラスパンは40m又は30m、最大クレンは100Tである。ここで使用される鋼管の内主柱については全てSTK50を使用し、更にクレン、ポストの大部分のものについてコンクリート充填を行うことが計画されている。その理由は、STK50はSTK

41 に比して細長比が 90 以下の圧縮材では 10 % 以上鋼材節減が可能であるからである。主柱以外については細長比が 100 を越える場合が多く、又余肉が必要な場合が多い等の理由により STK41 が有利であると判断された。計画された主柱材につきその数例を表 11 に示した。

表 11

座 屈 長	中 室 の 場 合				コンクリート充填の場合 (N=15)			
	外 径	肉厚	人	断 面 積	外 径	肉厚	入	等価断面積
<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>		<i>cm²</i>				
6.500	381.0	20	51	226.8	355.6	16	58	224.2
6.200	355.6	16	52	170.7	355.6	12	56	187.3
6.200	355.6	12	51	129.5	355.6	10	56	167.2
6.600	355.6	10	54	108.6	355.6	8	61	147.2

