

川崎製鉄(株) 鋼構造研究所 正会員 ○ 新橋千代丸
 " " 金子忠男
 " " 山崎徳也

1 まえがき

鋼管杭の現場掘削と管合せ溶接では、継手の製作および施工誤差による干渉が多く、特に、目違いは継手部の引張強度を低下させる原因にはなるとして重要な施工管理の対象となっている。しかるに、管合せ溶接継手部を有する鋼管杭の最大掘削破壊試験の経験ではほとんど圧縮側の管底で最大耐力が決定し、引張側の破断や溶接部の異常が認められることは、本実験では、目違いをパラメータとして杭の圧縮試験を行って、これらが強度に及ぼす影響を調べた。また、目違いがある場合の一般的継手として用いられるスッ割り裏当て金方式を発展改良させ、これら裏当て金を肉盛溶接によって母材と一体的に製作された継手では、裏当て金を含めた継手部が母材より肉厚になっていることから、ここに、リング状のリブ効果も期待できるのではないかと地盤のもと、圧縮スパンをもパラメータとして管底耐力への影響を調べ、併せて、JISの標準引張試験結果との対比も行なった。

2 実験概要

2-1 供試体 継手形状には、裏当ておぼつかれ落下防止用として金を肉盛溶接して母材と一体的に製作した新型のスッ割り裏当て方式 A と、標準的な1枚裏当て方式 B とを用い、目違いは溶接可能な範囲、すなわち ±5, ±3, 0mm とし、A 継手は全自動で、B 継手はノーガス半自動で溶接施工した。また、供試体が鋼管であることから、円筒全断面にわたる同一目違いを得ることが困難であるため、溶接された鋼管杭から、1/4 円筒状に切り出した曲板状の試験片を用いることにより、比較的目違い変化を少なくし、なおかつ、より実大に近くなりうるよう配慮した。

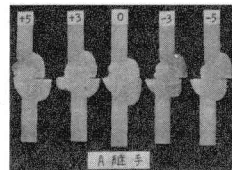
部材長は 250, 350, 500mm の水準とし、使用鋼管は STK41, 508φ 9.5 とであった。

2-2 溶接条件 継手強度が溶接部の性能に左右されるのは当然であるから、これによる実験のバラつきを下げたため、A, B 両継手とも炭酸ガス全自動での施工計画を立てたが、B 継手では、目違いに対する裏当て方式に問題があって溶接不可能となり、ために、止むを得ず、ノーガス半自動で溶接した。本文では、上杭が事前に突き出ている場合を④、その反対を①の目違いとして解説せぬのが、B 継手では、④の目違いのとき溶融メタルのたれ落ちがあったため、管外周折定位置に、バンド状の鋼当てを設置してこれを下した。表-1 に溶接条件を、写-1 に継手のマクロ断面を示したが、B 継手、④の目違いのところにヤン割れがある以外、施工性および溶込みも良好であった。

2-3 試験方法 図-1 に供試体形状を示したが、両側端はフリーとし、上下端には剛性の大きい耐圧盤を介して等分布荷重が作用するようにした。載荷には 200ton 万能試験機を用い、供試体に貼付された W.S.G. の歪をモニタし、全断面均等に荷重されるよう努め、単調に荷重を増加して破壊に至らせた。軸方向変位は耐圧盤間の4箇所に配置した4箇の 1/1000φ イルゲンシテ計測した。また引張試験は、JIS 53121 に定められた平行部幅を有するか、圧縮試験との対比を行なう関係上、余盛裏当て金付きの状態で行なった。

表-1 溶接条件

継手目違い(mm)	層数(A)	電圧(V)	電流(CA)	速度(CM)	備考	
A	+5	1300	30	57	炭酸ガス全自動	
	±0	2300	30	40		
	-5	3300	30	56		
	B	+5	1390	35	34	ノーガス半自動
		±0	2300	30	57	
		-5	1300	30	50	
B	+5	2390	35	34	ノーガス半自動	
	±0	3300	30	56		
	B	+5	1380	27		14
		±0	2300	22	19	
		-5	1380	27	17	
	B	±3	2330	25	35	ノーガス半自動
±0		1350	26	18		
±0		2300	23	27		



写-1. マクロ断面

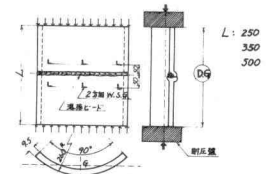


図-1. 供試体

3 結果と考察

圧縮試験では、入荷、④の目違いのとき上杭、①の目違いにおいて下杭の自由側端から横たわみが生じ、これに荷重の

荷重 - 軸方向変位

荷重 (TON)

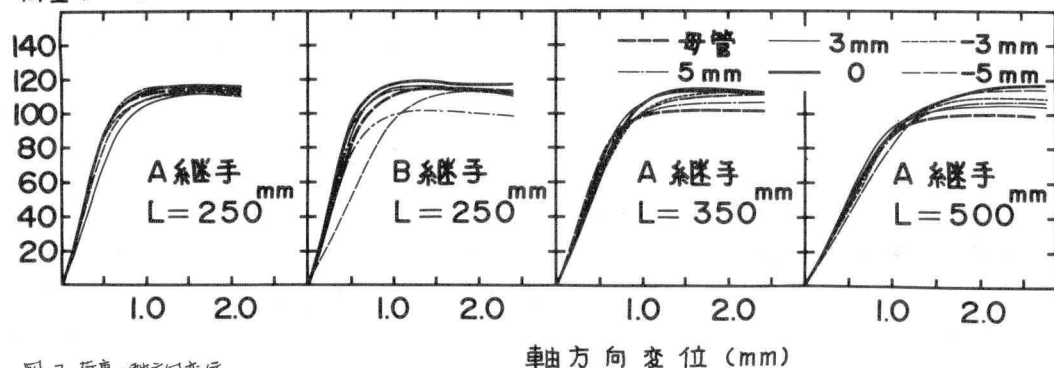


図-2 荷重-軸方向変位

漸増とともに拡大して破壊に至った。図-2に荷重と軸方向変位の関係を示す。同図から、母材と一体的に製作された継手Aでは、圧縮スパン長が増加するにつれて母管変位性状との差を拡大し、L500においては、目違いに関係なく最大耐力が増加していることが確認される。一方B継手では、目違い±3mm以下においては母管と同等の性能を示すのに対し、+5mmでは最大耐力が、-5mmでは剛性がそれぞれ大きく低下している。一方母管耐力を P_0 、継手耐力を P 、目違いを有する場合の補正係数を μ と見れば、 $P = P_0(1 + \mu)$ の関係式を用いて、目違いと耐力との関係を示したものが図-3、4である。同図からは、A継手に対する μ_c (最大耐力に対して)が、L250、L500の比負にはなるものの、L350においてすべて正であることから判断し、ある程度の部材長を有するA継手では、溶接部が補強り効果の発揮し、母材強度を上回るものと推察される。すなわち、母管の座敷では、圧縮スパンの中心部が湾曲の頂上と対するのに対し、補強効果と有するA継手では、スパン中央の溶接部が干渉点となり、この点を中心として上下載荷方向の2つに圧縮スパンが分離された結果(写-2)、脚部の座屈荷重増加があったものと判断できる。また、降伏耐力(ここでは部材長の0.02%の永久歪を残す荷重をいう)に対する補正係数 μ_y は、L500を除いて μ_c より低下しているが、これは、溶接残留応力とこれによる初期干渉の影響と短かい部材においてより顕著に受けたものと考えられる。

目違いと引張強度の関係では(図-5)、A継手が全数母材破断であるのに対し、目違い+5mmのB継手では溶込不足による規格落ちが生じ、図-3、4における μ 値の急激な低下と傾向を同じくしている。この事実から、溶込不足による異常な応力伝播は、単に引張強度のみならず、圧縮耐力をも低下させる原因になるといえる。

以上から、溶接時における歪み歪りやヒビ割れが生じない十分な断面を有し、かつ、母材と一体的に構成されたA継手では、これと全自動溶接とを併用することにより、標準継手に較べて一層の剛性および溶込欠陥が期待でき、よって、杭杭への適用に際し、本方式は従来より有利なものと見られる継手であるといえる。

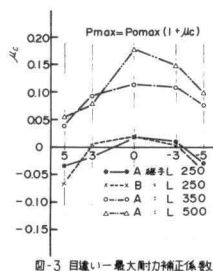


図-3 目違い-最大耐力補正係数

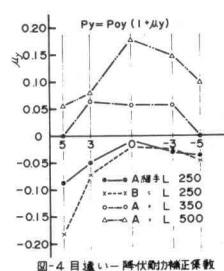
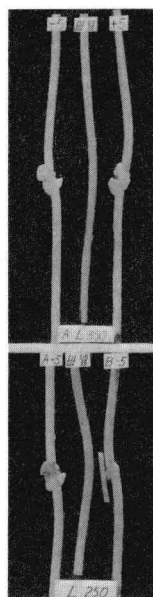


図-4 目違い-降伏耐力補正係数



写-2 破壊後のT.P

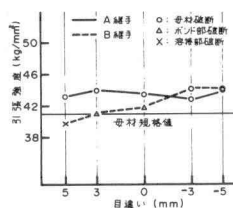
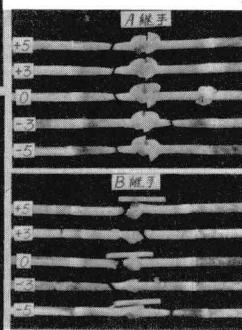


図-5 目違い 引張強度



写-3 引張試験片