

高強度材（STKT590）を使用したマイクロパイルの継手性能試験

(株)ケ・エフ・シ 正会員 羽馬 徹
 新日本製鐵(株) 津留 英司
 日本チューブラー(株) 富田 秀樹

1. はじめに

マイクロパイルは小口径（300mm 以下）の鋼管を用いた杭工法であり、セメントミルクの加圧注入を併用して杭を形成し、構造物の支持力対策、既設構造物の補強、地すべり防止、切り土のり面補強等に用いられる。継手には、施工性、杭耐力向上のため、カブラ式ネジ継手が用いられている。本報では、鋼管に高強度材（STKT590）を用いた場合の継手について性能試験を行い、弾性剛性および耐荷性能等について確認したので、その一部を報告する。なお、カブラ材には同規格の素管を冷間引抜き加工して用いた。

2. 試験概要

表1に試験ケ-スを、表2に試験に用いた鋼管、継手カブラ、充填グラウトの材料特性を示す。試験は継手性能を母材のみの試験体と比較することとし、軸圧縮、曲げについてはグラウト充填の補強効果についても調べた。

3. 試験結果

表3に試験結果、鋼管規格値および12号試験片による引張試験結果から求めた計算値（以下、規格計算値、試験計算値と記す）を示す。試験結果の弾性剛性は、試験計算値の降伏荷重の70%で割線を引いた値とし、同じく降伏荷重は鋼材の0.2%耐力に相当する荷重とした。

表3 試験結果と各計算値の比較（注）曲げ試験の各計算値は母材のみを考慮

試験種類	No.	試験体構成	試験結果			規格計算値 [試験計算値]		
			0.2%耐荷重 Py(kN)	最大荷重 Pu(kN)	弾性剛性 PL/(kN)	0.2%耐荷重 Py(kN)	終局荷重 Pk(kN)	弾性剛性 EA(kN)
軸引張	T-1	母材のみ	1445	1603	5.374×10^5	1107	1485	5.159×10^5
	T-2	母材+継手	1469	1509	5.333×10^5	[1485]	[1611]	
軸圧縮	C-1	母材のみ	1427		5.524×10^5	1107		5.159×10^5
	C-2	母材+継手	1479		5.689×10^5	[1485]		
	C-3	母材+継手+グラウト	1784		5.955×10^5			
曲げ	B-1	母材のみ	My(kN・m)	Mu(kN・m)	M/(kN・m ²)	My(kN・m)	Mp(kN・m)	EI(kN・m ²)
	B-2	母材+継手	48.9	54.9	861.0	27.8	37.7	739.1
	B-3	母材+継手+グラウト	50.8	55.8	799.5	[37.2]	[50.6]	
			54.2	58.2	882.5			

(1) 軸引張試験結果

図1に軸引張試験の荷重～変位関係を示す。

継手を有するT-2は、母材側の全域で降伏した後でも継手は十分に耐力を維持し、母材のみのT-1と比較してほぼ同等の弾性剛性および耐力を示した。終局状態では母材側の継手不完全ネジ部で破断したが、継手カブラは弾性域で収まった。T-2の弾性剛性については母材側の不完全ネジ部で軟化する一方、継手内部においてはネジが一体化して断面剛性が増しているため、平均して同程度の弾性剛性が得られたものと考えられる。

表1 試験ケ-ス

試験種類	No.	試験体構成
軸引張	T-1	母材のみ
	T-2	母材+継手
軸圧縮	C-1	母材のみ
	C-2	母材+継手
	C-3	母材+継手+グラウト
曲げ	B-1	母材のみ
	B-2	母材+継手
	B-3	母材+継手+グラウト

表2 材料特性（単位：N/mm²）()内は試験値

鋼管	許容応力度 sa	0.2%耐力 0.2	破断強度 sk
114.3×7.5 (STKT590)	255	440～ (590)	590～740 (640)
継手カブラ 121.3×9.0	255	440～ (723)	590～740 (751)

ヤング係数：Es = 2.05 × 10⁵ N/mm²

グラウト	許容応力度 ca	圧縮強度 ck	引張強度 tk
呼び強度 ck=30N/mm ²	10	30.0 (50.0)	- (2.1)

ヤング係数：Ec = 1.238 × 10⁴ N/mm²

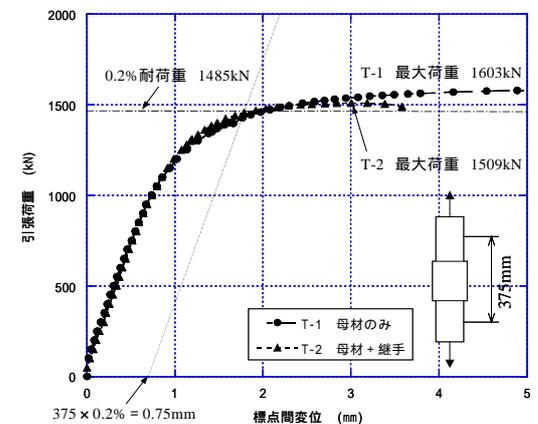


図1 軸引張試験の荷重～変位関係

キーワード：マイクロパイル、鋼管、ネジ継手、耐荷性能

〒105-0014 東京都港区芝2丁目5番10号 TEL03-3798-8517 FAX03-3798-8850

（2）軸圧縮試験結果

図2に軸圧縮試験の荷重～変位関係を示す。グラフは母材のひずみが1%に達するまで載荷した結果である。

継手を有するC-2は、母材側の全域で降伏した後でも継手は十分に耐力を維持し、母材のみのC-1と比較してほぼ同様の弾性剛性および耐力を示した。また1%ひずみの範囲内では母材、継手カプラ共に座屈は観察されなかった。

継手を有しさらにグラウト充填を施したC-3は、充填していないC-2に比べ20%の耐力上昇が認められた。ただしC-3の弾性剛性についてはグラウト充填の寄与が若干は認められるものの、定量的な判断は困難であった。

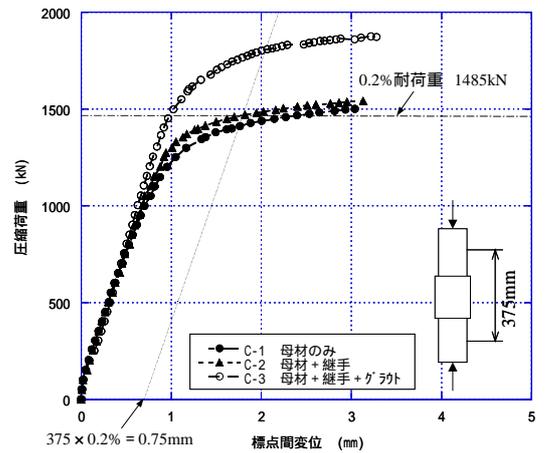


図2 軸圧縮試験の荷重～変位関係

（3）曲げ試験結果

図3に曲げ試験のM-関係を示し、図4に曲げ試験状況、図5に継手近傍破断状況を示す。継手を有するB-2は、母材側の全域で降伏した後でも継手は十分に耐力を維持し、母材のみのB-1と比較してほぼ同等の弾性剛性および耐力を示した。継手を有しさらにグラウト充填を施したB-3では、B-1に比べ弾性剛性の増加はほとんど認められなかったが、最大モーメントは約6%増加した。

B-2、B-3、いずれも母管同等以上の曲げ剛性を示した。

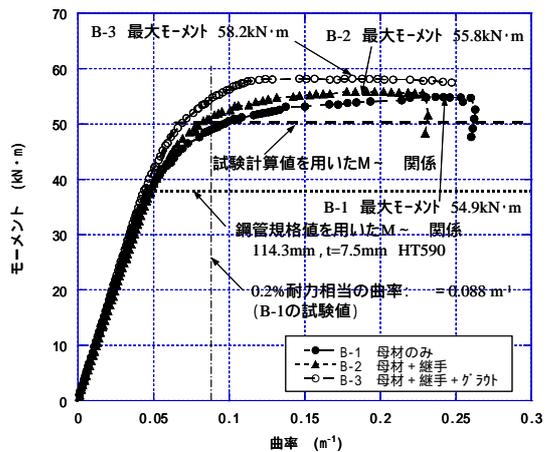


図3 曲げ試験のM-関係

4. まとめ

本試験に適用したネジ式カプラ継手が、弾性剛性、降伏耐力、終局耐力において、高強度部材（STKT590）を使用したマイクロパイル母材と同等の耐荷性能を有していることを確認した。

より、本ネジ式カプラ継手は、マイクロパイル母材と同じ設計方法によって構造検討が可能である。

グラウト充填による補強効果は、軸圧縮においては大幅な耐力増加が認められるものの、曲げに対する耐力増加は僅かである。

以上、本報告が継手を必要とする各種のマイクロパイル工法において、設計上の利便性向上に役立てれば幸いである。

謝辞

本試験に使用したマイクロパイル用高強度継手の開発にあたり、多くのアドバイスを戴きました NIJ 研究会の方々に深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 羽馬、渡辺；トンネル脚部補強に用いるマイクロパイルの継手性能試験，第55回土木学会年次学術講演、2000
- 2) 堀、前田、井上、福富；小口径鋼管杭による組杭形式のり面抑止杭工法の開発（削孔試験）第57回土木学会年次学術講演会、2002



図4 曲げ試験状況



図5 継手近傍破断状況(B-3)