

接着接合した薄肉鋼管の曲げ強度に関する実験的研究

長岡技術科学大学 (現 大日本コンサルタント株式会社) 正会員  
 長岡技術科学大学 正会員  
 北海道大学 正会員  
 (株)サムシング  
 (株)OH0

○大谷拓矢  
 宮下 剛  
 磯部公一  
 神村 真, 田部井香月  
 西山嘉一

1. 研究の背景と目的

我が国では、地震や豪雨などによる盛土斜面の崩壊が多発しており、盛土保全が急務である。盛土斜面の崩壊防止には、適切な排水対策により盛土内の地下水位を抑制することが有効である。特に、既設盛土では安価で簡易に施工できるとされる排水パイプが実用化され、広く普及している。しかしながら、狭隘空間における施工では短尺な小口径薄肉鋼管を溶接などにより接続して施工する必要がある。通常、薄肉鋼管の溶接接続には熟練の技術者を必要とし、施工環境も限定されるなどの課題がある。そのため、現場で鋼管を簡単に接続できる利便性の良い技術の開発が強く望まれている。

そこで本研究では短尺な小口径薄肉鋼管を接着接合し、盛土中に水平に埋設し排水パイプとして使用する工法を提案している。これまでに施工性と必要せん断強度を満足する接着剤の選定を目的に、角鋼材に対するせん断試験を実施してきた<sup>1)</sup>。

本稿では、接着接合した小口径薄肉鋼管の曲げ試験を実施し、曲げ強度ならびに力学的挙動を把握し、供用時に作用する盛土土被り圧に対する安全性を検

表-1 接着剤物性

接着剤	接着剤A	
	A剤	B剤
基材	変形アクリル	変形アクリル
比重	1.02	1.03
粘度 (Pa·s)	3	3
混合比	1:1	
可使用時間	3分20秒 (23°C)	
立ち上がり強度発現時間	6分50秒 (23°C)	
実用強度時間	1時間 (21°C)	
せん断接着強度 (MPa)	27.1	
ヤング係数 (MPa)	1558	

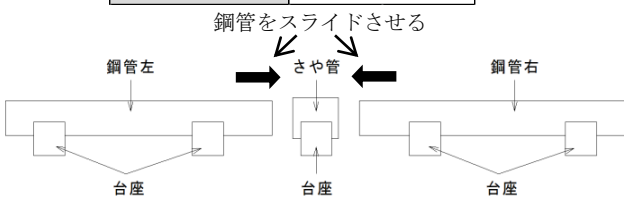


図-1 接着方法

証する。

2. 接着接合鋼管の曲げ試験

2.1 接着・接合方法

曲げ試験では、選定した接着剤を用いて、鋼管を接着した。接合方法は、鋼管同士を突合せのように配置し、その接合部にさや管を被せ、接合した。今回の接着方法を図-1に示す。接着方法は、鋼管およびさや管高さを調節し、両サイドから鋼管をスライドさせ、さや管にはめ込む形で接着を行った。接着剤は鋼管の外側およびさや管内部に塗布している。鋼管の接着のために使用した接着剤の物性値を表-1に示す。接着剤は、セメダイン社の2液混合型のアクリル接着剤を用いている。

2.2 試験概要

曲げ試験の概要図を図-2に示す。本研究では、接合部に同様の曲げ応力が作用するように4点曲げ試験とした。試験体の寸法を表-2に示す。試験体は、接着剤の厚さ(クリアランス)ならびにさや管長さをパラメータとした。本試験での計測項目は、ひずみおよび変位とし、鋼管およびさや管部分にひずみゲージを貼りつけ計測した。変位計の計測箇所は、

表-2 試験体寸法

		本管	さや管1	さや管2	さや管3	さや管4
長さ	L mm	550	210		140	
外径	D mm	76.3	89.1			
内径	d mm	67.9	80.7	78.1	80.7	78.1
板厚	t mm	4.2	4.2	5.5	4.2	5.5
接着厚さ	h mm	-	2.2	0.9	2.2	0.9

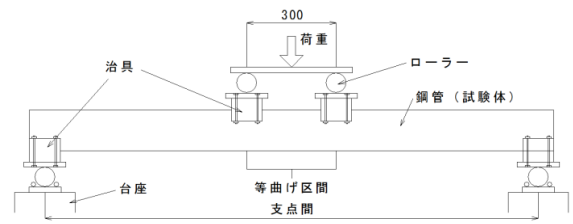


図-2 曲げ試験概要図

キーワード 接着剤, 鋼管, 曲げ

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系 TEL0258-47-9641

5点とし両側支点部、試験体全長に対して1/4および3/4の位置、試験体中央とした。

### 2.3 試験結果

試験結果を表-4に示す。接着厚さが厚く、さや管長さが短いもの以外では、鋼管単体よりも大きな強度（最大荷重）を發揮する結果となった。各試験ケースでの荷重-変位曲線を図-3に示す。図の赤丸部分にもあるように今回の試験では、載荷中に何度か異音が発生しており、変位の増大および荷重の減少が見られた。接着面の剥離時の応力分布および試験体中央の荷重-ひずみ曲線を図-4および図-5に示す。黒色の実線および点線は、理論値を示している。実線は、接着剤によって鋼管およびさや管が完全に接着されており、完全な合成断面と想定したものであるのに対し、点線は鋼管とさや管が接着できておらず、さや管のみが有効断面と考えたものである。これらのグラフにおいて、実験値が黒の実線に近いほど鋼管とさや管が接着できていることを示しており、点線に近いほど接着できていないことを意味する。このグラフを見ると、接着厚さが厚い方では、接着できていない部分が多いのに対し、接着厚さが薄い方ではしっかり接着できていることがわかる。これは、接着厚さ（クリアランス）の薄い方が、鋼管とさや管を接着しやすく厚い方よりムラなく接着できたことにより、強度が高くなったものと考えられる。

供用時の安全性の検討として、埋設管の設計法<sup>2)</sup>を参照し、盛土深さ20mにおける土圧を算出したところ、33.3MPaであった。各試験ケースで1回目の異音発生時の荷重の曲げ応力と比較すると強度が1番小さいケースであっても約5倍程度の強度が得られ、十分な安全性を有することが示された。

### 3. まとめ

本研究では、既設盛土の排水対策として、短尺な小口径薄肉鋼管を現場で接着接続し、水平施工する工法の開発を目的に、曲げ試験を実施し、曲げ強度の把握ならびに供用時の安全性の検証を行った。さや管長さおよび接着厚さをパラメータに強度を比較すると、接着厚さが薄く、さや管長さが長いものほど高い強度を有した。また、埋設管の設計法に基づき、盛土深さ20mで鋼管に作用する土圧を算出し、各試験ケースで1回目の異音発生時の荷重の曲げ応力と比較すると1番小さいケースでも約5倍程度の強度が得られた。

### 5. 参考文献

- 1) 大谷ら:薄肉鋼管の接着接合に向けた基礎研究, 第32回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会 pp80-81, 2014.
- 2) 土質工学会:地中埋設管の調査設計から施工まで, pp. 103-121, 1981.

表-4 試験結果一覧

試験体名	1回目荷重減少時 P (kN)	1回目荷重減少時 (平均値) (kN)	1回目荷重減少時の最大応力 (平均値) (MPa)	最大荷重 P (kN)	最大荷重 (平均値) (kN)	土圧による曲げ応力 $c_b$ (MPa)
B-1100mm-N-1	-	-	-	49.6	-	33.3
B-1100mm-2.2C-3D-1	31.4	27.3	210.4	52.8	56.0	
B-1100mm-2.2C-3D-2	16.0			60.9		
B-1100mm-2.2C-3D-3	34.5			54.2		
B-1100mm-0.9C-3D-1	12.6	34.2	210.2	59.8	61.8	
B-1100mm-0.9C-3D-2	42.9			64.5		
B-1100mm-0.9C-3D-3	47.0			61.1		
B-1100mm-2.2C-2D-1	23.5	23.4	162.2	39.0	37.2	
B-1100mm-2.2C-2D-2	23.3			35.3		
B-1100mm-0.9C-2D-1	35.6	36.7	225.4	53.5	53.3	
B-1100mm-0.9C-2D-2	37.7			53.1		

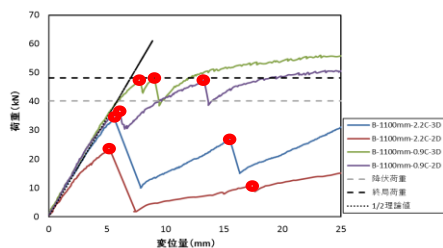
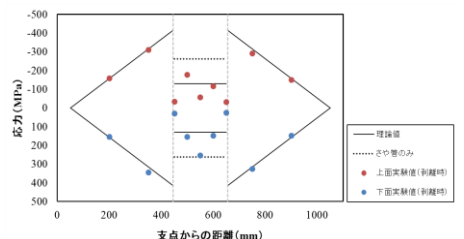


図-3 荷重-変位曲線



接着厚さ  
2.2mm

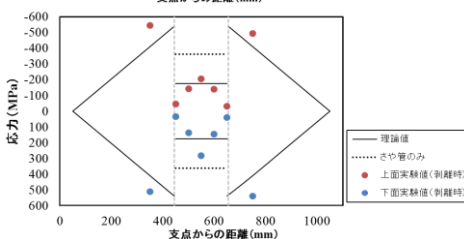
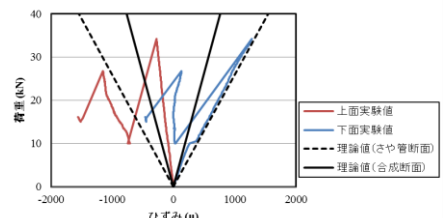


図-4 剥離時の応力分布



接着厚さ  
0.9mm

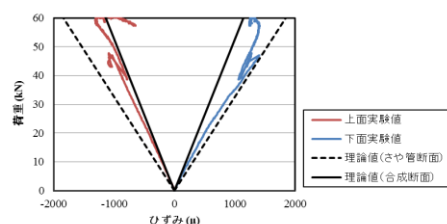


図-5 荷重-ひずみ曲線