

Ⅲ-A441

高張力鋼を用いたマイクロパイルの芯材用鋼管の開発（その1）

— 付着性能試験結果 —

住友金属工業（株）○正会員 村田 大宜 正会員 小林 洋一
 芦原 康裕 正会員 黒崎 和保

1. まえがき

マイクロパイルとは小口径（ $\phi 300\text{mm}$ 以下）の場所打ち杭あるいは埋込み杭の総称であり、地盤を削孔して補強材（鋼管・鉄筋）を挿入し、グラウト材を注入定着したものである^{1) 2)}。マイクロパイル工法は、ヨーロッパを中心に構造物の補修、既設構造物のアンダーピニング、トンネルの補助工法等に適用されてきた。最近では、米国で耐震補強に鋼管芯材タイプの高耐力のマイクロパイルが適用された他、わが国でもL型擁壁の基礎に高耐力のマイクロパイルを施工した例²⁾があり、今後も多くの分野で鋼管タイプの高耐力のマイクロパイルが適用される可能性がある。本報では、マイクロパイルの高耐力化に適応する高張力の芯材用鋼管を考え、芯材鋼管と外周グラウト間での荷重伝達性能を向上させるため、鋼管の表面に加工を施した場合の付着性能を室内試験により把握した。その結果の一部を報告する。

2. 試験概要

試験ケースを表1に、試験体の概要および荷重方法を図1に示す。試験体は、鉄筋の引抜き付着強度試験方法（案）³⁾を参考に、マイクロパイル芯材用の高張力鋼管を想定した棒鋼（ $D=120\text{mm}$ ）を、直径と高さが約6Dの円柱状のモルタル内にアンボンド長2Dを設けて埋め込んだ。棒鋼の表面は、高耐力化に対応して付着力を向上させた溶接ビードによる節突起を所定のピッチで施した状態と、比較用の無加工の状態を設定した。また、マイクロパイルに作用する周辺土圧の影響を想定し、拘束鋼管（ $\phi 812.8, t9.5\text{mm}$ ）の有無でモルタル外周面への拘束圧の影響を検討した。モルタルは、通常強度（約 300kgf/cm^2 ）と低強度（約 100kgf/cm^2 ）の2種類とし、後者は実施工時の周辺グラウト強度を想定した。荷重は400t センタホールジヤッキを用い、単調荷重にて引抜き荷重を与えた。

3. 試験結果と考察

(1) 節突起の影響

各ケースの付着強度 $\tau_{0.2\%}$ （下端相対変位が棒鋼径の0.2%に達したときの付着強度）と最大付着強度 $\tau_{\max}$ を表2に示し、各ケースの付着応力と下端相対変位との関係を図2に示す。なお付着応力は、引抜き荷重値を棒鋼の定着面積で除した値である。これらより以下のことがわかる。①表面加工の有無が異なるケース（No. 1～No. 3）の結果を見ると、節加工タイプの $\tau_{0.2\%}$ が無加工タイプの1.5～1.9倍となっていることから、棒鋼に突起を付与すると付着強度が増加することが確認できる。なお、付着強度 $\tau_{0.2\%}$ は付着曲線における見かけの降伏領域に達しているといえる。②節ピッチが異なるケース（No. 2～No. 5）の結果を見ると、モルタル強度によらず節ピッチ120mmの付着強度 $\tau_{0.2\%}$, $\tau_{\max}$ と、ピッチ360mmのそれらよりも大きいことから、節の本数に従い付着強度が増加することがわかる。③節加工タイプは変位が比較的

表1 試験ケース

No.	表面加工タイプ	節ピッチ (mm)	モルタル圧縮強度 (kgf/cm^2)		外周鋼管の有無	数量
			通常強度	低強度		
1	無加工	—	287	—	有	2
2	節加工(*)	120	293	—	有	2
3		360	294	—	有	2
4		120	—	123	有	1
5			—	127	無	1
6		360	—	130	有	1

*：節高約2.5mm

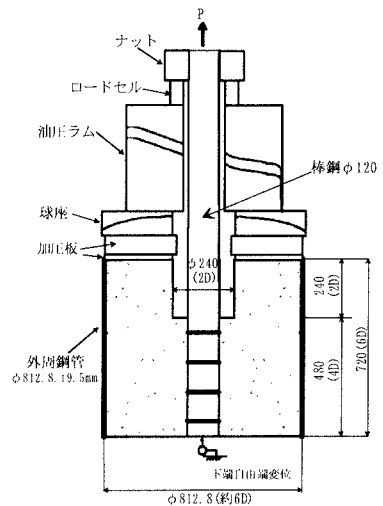


図1 試験体の概要および荷重方法

Key words: マイクロパイル、高張力鋼管、付着、表面加工

〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山16 TEL:0479-46-5128 FAX:0479-46-5147

大きくなっても付着応力の低下が小さいことから、変形性能が優れているといえる。④外周鋼管の有無が異なるケース（No. 4, No. 5）の結果から、鋼管無しの場合、変位が比較的小さい範囲で τ_{max} に達するが、それまでは両者の付着特性の差異は小さい。

（２）モルタル圧縮強度と付着強度

節加工タイプ（No. 2～No. 6）におけるモルタル圧縮強度と付着強度 $\tau_{0.2\%}$ との関係を図3に示す。図はマイクロバールの設計に用いる基礎データの一つであり、グーテンベルグ強度を管理することで鋼管の付着強度を決定できる。

（３）モルタル外周拘束の影響

外周鋼管の有無が異なるケース（No. 4, No. 5 / 節ピッチ 120mm）のモルタル外周の拘束圧と $\tau_{0.2\%}$ および τ_{max} との関係を図4に示す。ただし、外周鋼管有りの拘束圧は、これを円筒シェルに作用する内圧とみなして、鋼管外表面に貼付したゲージの周方向ひずみの測定平均値から算出した。図より以下のことがわかる。① $\tau_{0.2\%}$ では、鋼管有りの拘束圧が約 0.3 kgf/cm^2 と小さく、かつ $\tau_{0.2\%}$ は鋼管無しとほぼ等しいことから、 $\tau_{0.2\%}$ 時では鋼管による拘束の影響がほとんどないことが確認できる。② τ_{max} では、鋼管有りの拘束圧が約 5 kgf/cm^2 であり、マイクロバールの土中深度を仮に 10 m として求めた静止土圧 0.9 kgf/cm^2 ($\gamma_t=1.8 \text{ tf/m}^3$, $K_0=0.5$ を仮定) は前記拘束圧よりも小さいが、この仮定土圧作用時の τ_{max} は鋼管無しよりも10%程度大きいと推定される。よって、ゲージ数は少ないものの、実施工時における τ_{max} は今回の鋼管無しの値よりも深度に応じて大きくなる可能性があることがわかる。

4. まとめ

高耐力型のマイクロバールの芯材用の高張力鋼管の開発のため、鋼管とグーテンベルグ間での荷重伝達性能を向上するための突起加工を、鋼管を想定した棒鋼表面に施し、室内試験によりその付着性能を把握した。その結果、上記の鋼管は無加工の鋼管よりも良好な変形性能を有するとともに、大きな付着強度を確保できることを確認した。

<参考文献>

- 1) 相良ら：“鋼管を用いたマイクロバールの支持力特性（その1）—静的荷重試験結果—” 第33回地盤工学研究発表会, 1998、
- 2) 野沢ら：“L型擁壁基礎に適用したマイクロバールの施工例”, 第54回土木学会年次学術講演会（投稿中）、
- 3) 村田：“引抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法(案)”, コンクリート工学, 1985. 3

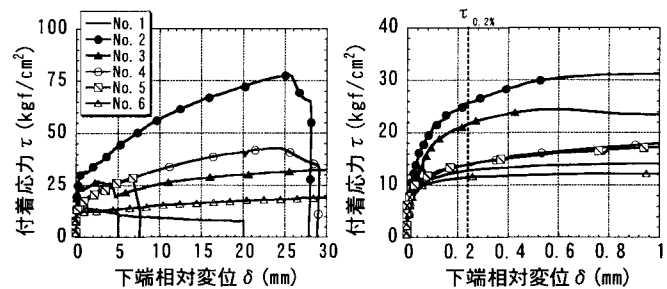
表2 付着強度結果

No.	表面加工 タイプ	節ピッチ (mm)	モルタル 強度	鋼管の 有無	付着強度 (kgf/cm ²)*1)	
					τ 0.2%	τ max
1	無加工	—	通常強度	有	14.3 (1.0)	15.3 (1.0)
2	節加工	120		有	26.7 (1.9)	75.6 (4.9)
3		360		有	21.3 (1.5)	25.9 (1.7)*2)
4		120	低強度	有	14.0	42.7
5				無	13.9	28.6
6				360	有	11.6

注：（ ）内は通常モルタル強度時の無加工タイプに対する比

*1：通常モルタル強度時は2体の平均値

*2：変位大で計測終了。その時点の値を記載。



(a) 荷重全体図

(b) $\tau_{0.2\%}$ 近傍図

図2 各ケースの荷重と下端相対変位の関係

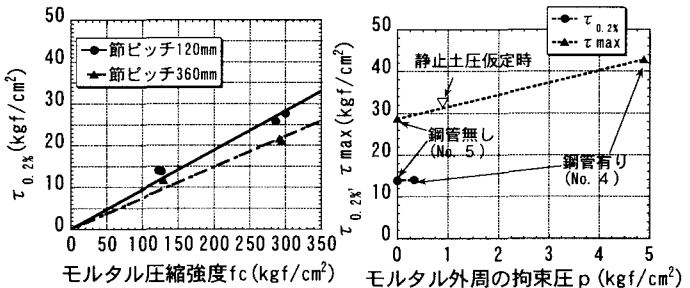


図3 モルタル圧縮強度と $\tau_{0.2\%}$ との関係

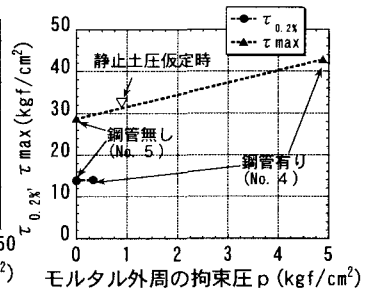


図4 モルタル外周の拘束圧と $\tau_{0.2\%}$, τ_{max} との関係