

(Ⅵ-10) 地盤注入併用小口径鋼杭の載荷試験

東洋建設(株) 岡 憲二郎

小竹 望

○山本 芳生

1. はじめに

ヨーロッパを中心に一般にマイクロパイルと呼ばれている地盤注入併用小口径鋼管杭は、構造物補修、構造物基礎、アンダーピニング、斜面安定、山留め、トンネル補助工法等の広範な適用分野における豊富な施工実績をもつ工法である。同工法のわが国への導入に際しては、種々の地山条件に対する適用性を確認していく必要がある。本文では、その一環として千葉県内の軟岩地山において実施した施工性試験と鉛直載荷試験の結果を報告する。

2. 工法概要

地盤注入併用小口径鋼管杭（マイクロパイル）は、杭径が100～300mm程度と小口径であり、地山を削孔して補強材として鋼管を挿入し、セメントモルタルまたはセメントミルクを用いて注入定着するものである。主な特徴として小さい削孔径と孔壁の安定対策により削孔時に地山をゆるめないこと、加圧注入により地山との定着を確実にすることなどが挙げられる。また、地山の状況に応じて削孔および鋼管建込み方法を選定できる。代表的な方法は、以下の3種類である。①自立性の良い地山においては、削孔後鋼管を建込む方法。②自立性が悪く転石など固い岩を含む地山においては、2重管で削孔し、ケーシング鋼管を補強材として用いる方法。③自立性が悪く一様な地山では、先端にビットのついた鋼管により削孔し、そのまま補強材として用いる方法。図-1にマイクロパイル造成状況を示す。

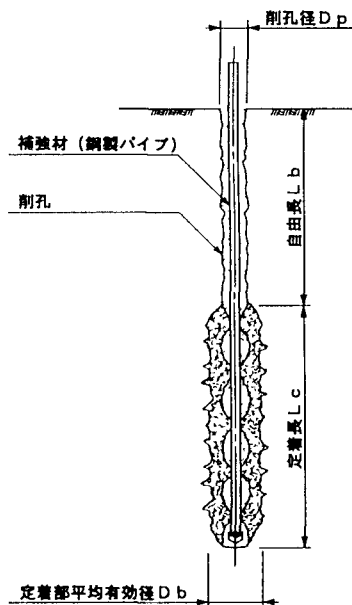


図-1 マイクロパイル造成状況図

3. 試驗概要

わが国の軟岩地山におけるマイクロパイルの適用性を確認するために、高規格127号金谷トンネル工事施工現場、起点側坑口付近の地山において、施工性試験および鉛直載荷試験を実施した。ここでは、前節で述べた3種類の施工法のうち、当地山に最も適している③の方法を試験対象とした。鉛直載荷試験は、土質工学会「杭の鉛直載荷試験基準・同解説」に基づき、目標最大荷重を100 tfとした。試験装置図を図-2に示す。

4. 地質条件

試験地の地質は、図-3の柱状図で示したように砂岩と泥岩の互層である。地層構成は、G. L-3 m程度までは、泥岩、砂岩とも風化の程度が大きい。それ以深は、比較的新鮮な泥岩 ($qu=30\text{kgf/cm}^2$ 程度) が1 m程度、砂岩主体の層 ($qu=2\sim 5\text{kgf/cm}^2$ 程度) が2 m程度分布する。この砂岩層に地下水位があると思われ、部分的に土砂化している。

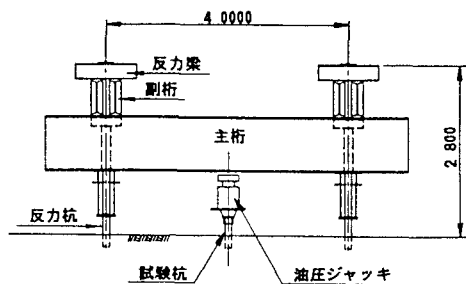


図-2 試験装置正面図

5. 試験杭の材料・諸元

試験杭の材料・諸元を次に示す。鋼管長6 m（削孔用ビット付き、定着長3 m）、鋼管外径 $\phi=114.3\text{mm}$ （削孔径140mm）、肉厚 $t=8.56\text{mm}$ 、ノンリターンバルブ（注入時に約20 kgf/cm²の圧力でバルブが開き逆流しない）、一次注入剤セメントミルク（W/C=60%）、二次注入剤セメントモルタル（W/C=90%）、中詰剤セメントモルタル（W/C=90%）

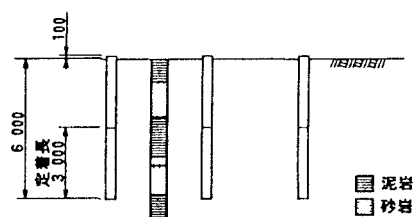


図-3 杭打設位置と地質柱状図

6. 打設状況

図-4に示す施工手順に従って1 m間隔で3本打設し、中央の杭を載荷試験杭とした。各段階での打設状況を以下に示す。①削孔：削孔は3 mの継ぎ杭を用いて、杭頭レベル調整のためにさらに1 m継ぎ杭を行った。削孔時間は、1本当たり30～40分程度であった。②一次注入：0～5 kgf/cm²程度の低圧で先端より注入し、口元まで注入剤が届いた後終了した。注入量は、平均で30リットル程度であった。③二次注入：ダブルバッカーを用いて、20～50 kgf/cm²程度の高圧で各バルブ位置（30 cm間隔）より注入した。注入量は、平均で50リットル程度であった。

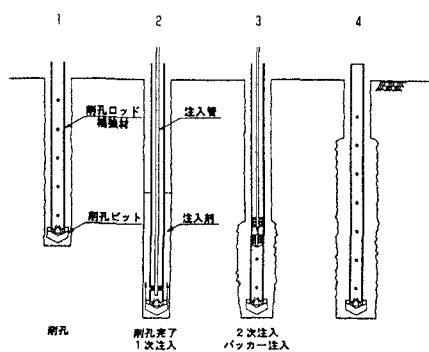


図-4 マイクロパイル施工手順（タイプ③）

7. 試験結果

図-5に荷重～沈下量曲線を示す。鋼管杭協会の判定方法（曲線フィティング）により極限荷重を推定すると、92tf程度である。また、荷重30tfまでは、載荷荷重と沈下量の関係が直線であり、除荷時の残留沈下量は0となることから、弾性変形領域である。荷重40tfから沈下量が多少大きくなり、残留沈下が多少認められている。荷重が60tfを越えたところで急に沈下量が大きくなることから降伏荷重に達していると思われる。一般に、許容支持力は降伏荷重の1/2、極限荷重の1/3であることを考慮すると、今回の試験では許容支持力が弾性変形領域にあると言える。

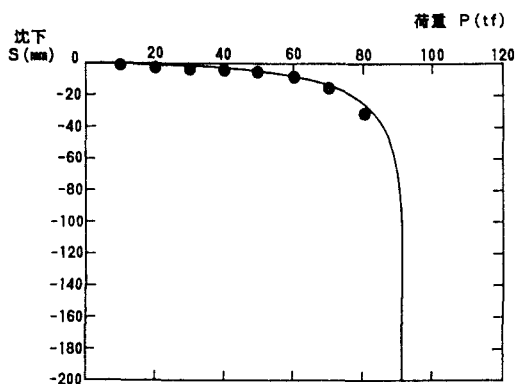


図-5 荷重～沈下量曲線

8. おわりに

ヨーロッパで実績のある地盤注入併用小口径鋼管杭のわが国の地山に対する適用性を検証する目的で、軟岩地山における施工試験と鉛直載荷試験を実施した。その結果、地山条件に適した施工方法を選択することにより良好な施工性が確認された。また、鉛直載荷試験結果から、杭の支持力、変形性能の面で優れていると判断された。信頼性の高い構造部材としての適用を図るため、今後さらに種々の地質条件における試験を継続していく予定である。