

ローム地盤における鉄筋補強材の引抜き試験

日本鉄道建設公団 正○野口 守 堀尾 雅男
日本鉄道建設公団 正 米澤 豊司 正 青木一二三
(財)鉄道総合技術研究所 正 舘山 勝
(株)複合技術研究所 正 矢崎 澄雄

建設中の東北新幹線盛岡～八戸間の厨川路盤の切土工事において、地山鉄筋補強による土留め壁を適用している。現地の地盤は岩手ロームであり、地山と補強材との実際の引抜き抵抗力を引抜き試験にて確認したので、その結果を報告する。

1. 試験概要

(1) 試験断面と補強材の諸元：現地試験位置図と土質状況を図1に示すが、引抜き試験は1列4本とする。補強材の諸元は打設長4.0m、打設角度16.7°、補強芯材は全ねじ棒鋼D22 (SD345)、削孔径65mmである。定着材は、収縮や孔壁の緩み等に配慮して膨張剤を添加したセメントミルクを用いた。

(2) 試験装置：引抜き試験の装置を図2に示す。

吹付けコンクリートと補強芯材とは縁切り、反力板を介して油圧ジャッキにて載荷する。荷重計測はロードセル1点とする。変位計測は不動梁に固定した2個の変位計を用い、芯材用ナットで挟み込んだ計測用板との距離を2点計測する。

(3) 試験方法：試験の実施は、補強材設置の2ヶ月後に行った。引抜き試験は、地盤工学会基準¹⁾を参考とし、かつ極限状態を確認するまでの載荷を行う。荷重段階は計画最大荷重に対して5サイクル載荷として、増加荷重は計画最大荷重の10%づつとする。また、載荷試験装置のずれなどの防止対策として、初期荷重の10%を与える。ここで、計画最大荷重は定着材と地盤との計算極限周面摩擦抵抗とするが、極限とならない場合には、ステップ荷重間隔により極限まで載荷サイクルを増加させる。ただし、芯材の降伏引張り力の90%、つまり120kNを最大とする。定着材と地盤との計算極限摩擦抵抗は、2楔法で決定されており、補強材の設置位置での拘束圧が考慮されている。計画最大荷重および設計荷重を表1に示す。荷重保持時間は、表2のとおりとする。ロードセルおよび変位計の測定間隔は、1分間隔とする。最後に設計荷重での再載荷を行い、設計荷重の復元性も確認する。

2. 試験結果

引抜き試験は、No. 4, 3, 1, 2補強材の順番で実施した。それぞれの引抜き荷重 P ～変位量 δ の関係を図3に示す。No. 4補強材は、2サイクル目だけに若干伸び量が大きく出ているが、このサイクルを除く5サイクル目の40kN荷重までは線形的な荷重～変位状態であった。そこで極限引抜き力を求めるため、6サイクル目で56kN荷重を、さらに7サイクル目で芯材の許容最大荷重120kNまで載荷したが降伏にも至らず終了した。これより極限引抜き力を120kNと

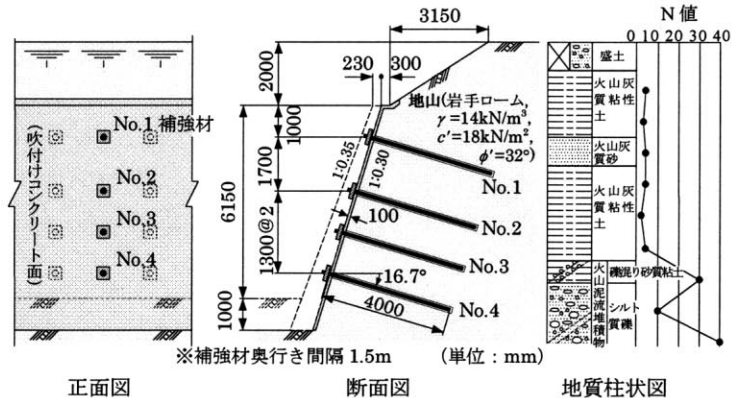


図1 現地引抜き試験位置図

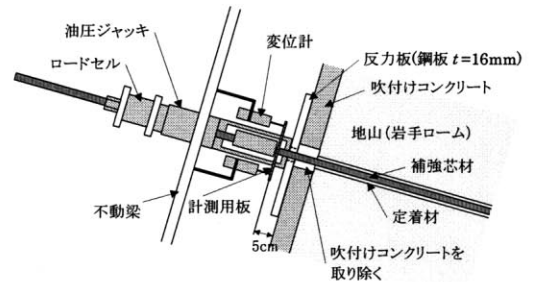


図2 試験装置

表1 計画最大荷重および設計荷重一覧

補強材	計画最大荷重(kN/本)	設計荷重(kN/本)
No.1	35	20.7
No.2	40	25.0
No.3	40	25.8
No.4	40	25.4

表2 荷重保持時間

荷 重	荷重保持時間
処女荷重	一律 5分間保持
履歴内荷重	一律 1分間保持
ゼロ荷重 (初期荷重)	5分間以上開放

キーワード：土留壁，鉄筋補強土工法，引抜き抵抗力，ローム

連絡先：〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1-41 (JRビル)，TEL019(626)9638，FAX019(626)9617

見なすと設計値の4.7倍程度となる。No.3補強材は、No.4の引抜き試験結果を勘案して計画最大荷重を当初の40kNから80kNに変更した。結果として、No.4補強材と同様に120kN荷重時でも降伏せず、この荷重を極限引抜き力とすると設計値の4.7倍程度となる。

No.1補強材は、最上段で拘束効果の小さいことを考慮して、当初の最大計画荷重どおり載荷した。ただし、2サイクル途中の10kN荷重時までにおいて、ジャッキにずれが生じた

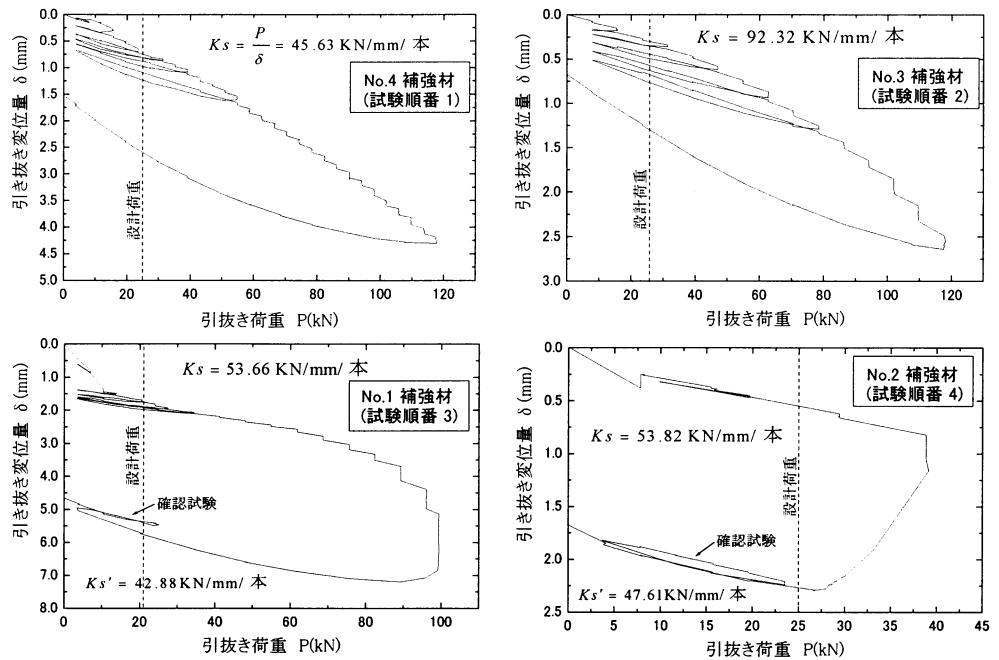


図3 引抜き荷重 P ～変位量 δ 曲線

ため盛替えを行っている。5サイクル（35kN）でも線形的であったため、6サイクルで極限状態となるように載荷した。その結果、極限引抜き荷重は101.5kN程度となり、設計値の4.9倍程度となった。極限荷重状態を経過したことから最後に20.7kNの設計荷重確認試験を実施したが、載荷・除荷過程とも線形的な状態であり残留変位は認められないことから、本設補強材としての使用には問題ないと考えられる。

No.2補強材は、No.1およびNo.3補強材の引抜き試験結果を勘案して計画最大荷重を当初の40kNから100kNに変更した。その結果、2サイクルの40kN荷重載荷中に変位が増大し、荷重保持が困難となったので中止した。極限荷重を38kN程度と見れば設計値の1.5倍程度となるが、結果として極限引抜き力に対してかなり過大で急速な載荷となってしまった。最後に、25.0kNの設計荷重確認試験を実施したが、No.1補強材と同様に線形的な荷重～変位状態であり、本設補強材としての使用には問題ない。

引抜き荷重 P と変位量 δ の関係から、補強材 1 本当りでの初期のばね係数 $K_s (= P/\delta)$ も図中に示した。ばね係数は、荷重～変位曲線の初期荷重と設計荷重を含む載荷サイクルでの最大荷重との割線勾配である。各補強材のばね係数の比較から、No.1 補強材（火山灰質砂）と No.2 補強材（火山灰質粘性土）は、土質状況の違いはあるものの同程度のばね係数である。しかし降伏または極限荷重では砂分の多い土質の No.1 の方が大きい。No.3 補強材（火山灰質粘性土と礫混り砂質粘土の互層）のばね係数は、他の補強材に比べ最も大きく、かつ極限荷重も十分大きいと推定されることから土被り圧による拘束効果も発揮されているものと思われる。一方、No.4 補強材（シルト質礫）のばね係数は、No.1, 2 よりは大きい No.3 に比べ小さくなっている。これは初期の 2 サイクル目で伸び量が大きくなった影響が含まれており、礫分の多い土質のため定着材が十分に充填されておらず、自由長が大きくなったものと思われる。しかし、極限荷重は十分大きい。また、No.1, 2 補強材の確認試験時のばね係数 $K_{s'}$ は、初期ばね係数 K_s に比べ 20～10%程度小さいが、ほぼ同程度とみることができる。

以上、述べてきたように引抜き抵抗力は拘束効果の影響よりは、土質状況に伴う定着材の充填状況等による影響の方が卓越しているように思われる。

3. まとめ

岩手ローム地盤における引抜き試験の結果、次のことが明らかになった。(1)全ての補強材の極限引抜き抵抗力は設計荷重以上を満足し、かつNo.2補強材を除き設計荷重の4.5倍以上ある。(2)一度、引抜き極限荷重状態の履歴を受けた補強材は、再度、設計荷重が載荷されても初期のばね係数とほぼ同程度であり、かつ線形的な荷重～変位関係を示し、本設補強材としての使用には問題とならない。(3)設計荷重までのばね係数や極限引抜き力に与える影響は、拘束効果のほか土質や定着材の充填状況等の影響を受けやすい。

参考文献 1) 地盤工学会基準グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説：地盤工学会，2001年版