

地盤補強構造における拡大アンカーの設計条件

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○中村 浩司
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 加藤 正二
東鉄工業株式会社 正会員 土田 大輔
芦森工業株式会社 中村 圭一

1. はじめに

拡大アンカー工法は、狭隘な場所での小型オーガによる削孔後、地盤に鉄筋と合成繊維製袋体を同時に挿入し、グラウトを加圧注入することにより拡大アンカー体を造成するものであり、地山補強土工法に属する。

また、本工法は重機での施工が困難な場所や夜間線路閉鎖時間帯等での地山補強の施工を可能にし、小回りの効く小設備、人力での施工で効率的な作業ができるようにしている。本稿では、実物大盛土から袋形状の異なる拡大アンカー体の極限引抜き力の比較と掘り起こし試験を行った結果から、拡大による地山への影響と極限引抜き力ともに効率的であると思われる設計条件を述べる。

2. 設計方法

拡大アンカー工法(図1参照)による盛土・切土斜面の設計は、円弧すべり法による斜面安定計算手法により行い、内的安定および外的安定を検討する。本工法の補強効果は、引き抜き抵抗、せん断抵抗、及び曲げ抵抗が考えられるが、本工法は断面が一様でなく剛性が低いため、引抜き抵抗のみを考慮する(図2参照)。荷重については、使用目的、施工場所、施工条件等を考慮して選定し、常時 一時(常時+一時) 施工時(施行時+一時) 地震時(常時+地震)の4通りの荷重条件について検討する。

また、盛土・切土斜面の内的および外的検討は円弧すべりにより検討し、その安全率は、常時 1.2 以上、一時 1.1 以上、施工時 1.2 以上、地震時 1.0 以上とする。

3. 拡大アンカー体の構成

袋体は、材質:ポリエステル、耐圧:1.5MPa 以上、形状:通常径φ90 mm - 拡大径φ150 mm、リブピッチ 225 mm - リブ 14 個を標準とする(図3参照)。引張り芯材は、一般的な異形棒鋼を使用するものとする。芯材を接続するカブラは、芯材と同等以上の強度とする。袋体内に加圧注入する注入材はセメント系固化材とし、設計強度 6 N/mm² 以上、ブリージング 0%、P ロート 15~20 秒を標準とする。グラウトは織りによる袋体に加圧注入するため、グラウトの水分は袋体の織目より脱水し、脱水効果による固結グラウトが生成され早期に強度発現する。注入材は、セメント固化材 1,135kg、水 577kg、添加材 96kg を参考配合とする。

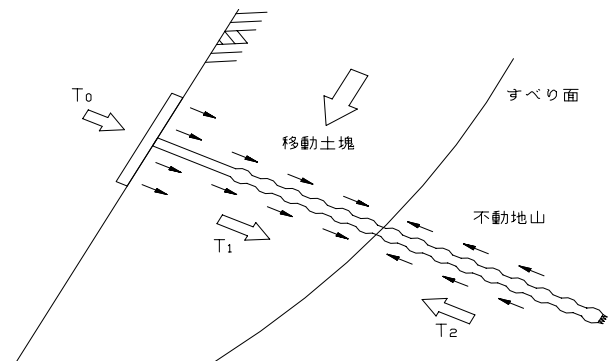


図1 拡大アンカー工法

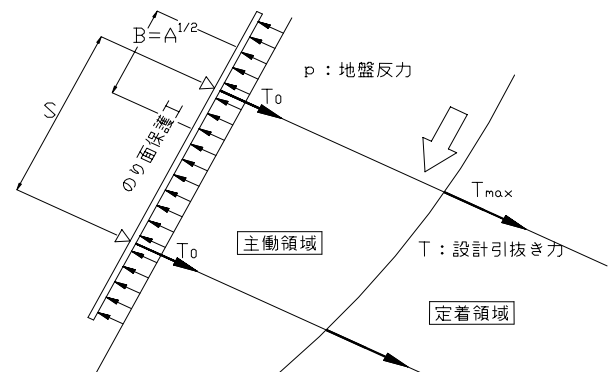


図2 引張り補強材としての評価

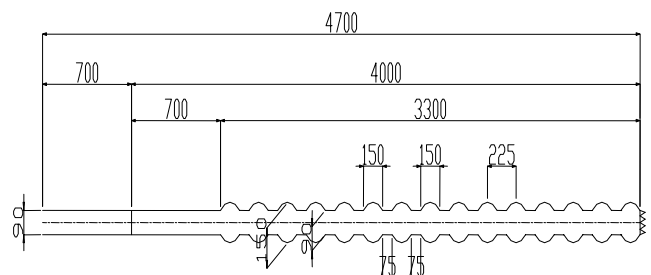


図3 拡大アンカー体の構成

キーワード 地盤補強土工法、合成繊維袋体、地盤補強体、実物大試験

連絡先 〒114-8550 東京都北区東田端 2-11-11 東日本旅客鉄道(株)東京支社施設部工事課 TEL03-5692-6139 Fax03-5692-6141

4．拡大アンカー体の仕様

(1)地山と袋体の付着力は、地山の状況を考慮して設計する。地山と袋体との付着力は引抜き試験を行って決定することが原則であるが、土質試験の結果から付着力を算定してもよい(表 1 参照)。また、地山と袋体との付着力の安全率は表 2 のとおりとする。

(2)注入材と芯材の付着力は 0.50N/mm² 以上とする。拡大径φ 150 定着長 3.3m 地山強度 C = 30kN/m²、芯材 D19(周長 6cm) 4.0m 場合で F_s = 2.5 とした場合、必要付着力 = F_s・ l・ L・ C / A = 2.5 × π × 0.15 × 3.3 × 30 / 0.06 × 4.0 = 0.486N/mm² となることから必要付着力は 0.50N/mm² 以上とする。実験より注入材と異形棒鋼との付着力の関係は、付着強度 = 0.24 × (圧縮強度)^{0.51} より圧縮強度 > (0.50 / 0.24)^{1.961} = 4.2N/mm² 下限値を包括する係数 1.25 より 4.2N/mm² × 1.25 = 6N/mm² となる。つまり、0.50N/mm² 以上の付着強度得るためには、設計圧縮強度 6N/mm² 以上の注入材を用いる(図 4 参照)。

(3)設計引き抜き力は、引張り芯材の設計破断強度、引抜き抵抗力および付着抵抗力を比較することで、設計引き抜き力 T_m(A 式)を採用する。

$T_m = \min \{ T_a, T_p, T_c \}$ (A) T_a: 設計破断強度、T_p: 引抜き抵抗力、T_c: 許容付着抵抗力

(4)拡大アンカー体の配置間隔は、一般的に 1.5 ~ 2.0m 程度とする。補強材の配置は、経験的あるいは施工性の面から決定し、安定計算により確認を行う。拡大アンカー体の打設角度は水平に対し下向きに 10 ° ~ 30 ° 程度とする。実験結果³⁾より、砂質地盤では打設角度による補強効果はあまり変わらないが、ロームでは打設角度による違いがでるためである。拡大アンカー体長は、人力削孔としているため、4.0m 程度を最大とする。また、拡大アンカー体の最小土被りは実験より 1.5m 以上とする。

5．受圧構造体

すべり面がのり面に近い場合には移動土塊から受ける引抜き抵抗力が小さくなり、土塊が拔出することとなる。これを防ぐために拡大アンカー体頭部には、のり枠、支圧プレート等を設置し、拔出を防ぐ構造とする。適切に設置されると移動土塊からの引抜き抵抗を無視でき、最小のアンカー体数量となる。構造モデルとして検討する項目は、拡大アンカー位置を支点として梁(単純梁、連続梁、片持ち梁)として検討し、作用荷重は T_m = min { T_a、T_p、T_c } を等分布荷重として検討する。

6．まとめ

実物大試験結果から、拡大リブが軸方向凹凸に連続したタイプが、拡大による地山への影響が些少および外径で極限引き抜き力が採用できることから効率的であることを確認した。また、実用においても、地山補強土工法として有効であると考えられる。今後は、注入材の硬化時間の短縮、脱水量の減少、砂質系地盤への適用の拡大、機材のコンパクトシステム化等について、改良を重ね適用範囲を広げて行きたい。

【参考文献】

1)中村、加藤、土田:地盤補強方法及びその方法による地盤補強構造、第 58 回年次学術講演会概要集 - 233、土木学会(平成 15 年 9 月)
2)補強土留め壁設計・施工の手引き：日本鉄道建設公団(平成 13 年 8 月)
3)切土補強土工法設計・施工指針：日本道路公団(平成 14 年 7 月)

表 1 地山と袋体との付着力の参考値

地盤の種類		摩擦抵抗力 (N/mm ²)	備 考
砂質土	N = 4 ~ 5 程 度	一軸又は三軸圧縮 試験より土質定数 を求め算出する。	細粒分含有率 30 % 以上のもの を対象とする。
粘性土		1.0 C (C は粘着力)	

表 2 付着力に対する安全率

荷重状態	常時	一時	地震時	施工時
安全率	2.5	1.5	1.5	1.5

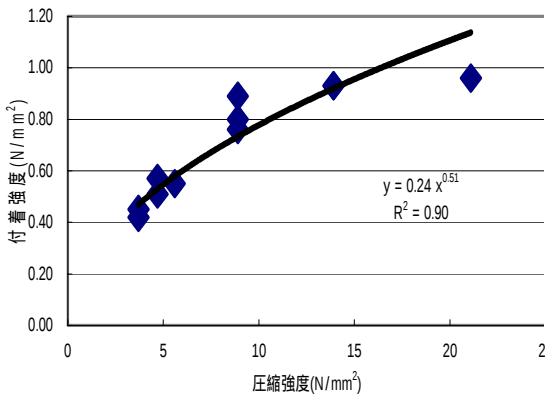


図 4 圧縮強度と付着強度の関係(実験式)