

アンカー式補強土壁の健全性評価試験結果

現場計測 引抜き試験 補強土

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 中村 洋丈
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 高木 宗男
 岡三リビック (株) 正会員 ○小林 悟史
 岡三リビック (株) 国際会員 小浪 岳治
 岡三リビック (株) 富山 和城

1. はじめに

補強土壁の健全性評価方法の開発を目的として、すでに施工された多数アンカー式補強土壁¹⁾に対して補強材の引抜き試験を実施した。試験対象とした補強土壁は、施工技術総合研究所(以下、施工総研)敷地内の補強土壁と新東名富士ICの補強土壁である。また、新東名では、引抜き試験と合わせて詳細な地盤調査を実施した。

本報文では、引抜き試験の結果とその考察について報告する。なお、試験方法の詳細については、「アンカー式補強土壁の健全性評価試験方法²⁾」に記す。

2. 盛土条件と载荷条件(施工総研)

施工総研の敷地内に構築されている多数アンカー式補強土壁は、施工後約10年が経過するが、壁面の傾斜やはらみ、クラック等の変状は見られない。施工時の盛土材の土質定数を表-1に示す。

表-1 土質試験結果(施工総研)

土質区分	砂質ローム	
	礫分	55%
粒度特性	砂分	29%
	シルト分	15%
	粘土分	1%
締固め特性	最適含水比	18.5%
	最大乾燥密度	1.735g/cm ³
三軸特性(UU試験結果)	内部摩擦角	37.3°
	粘着力	42.5kN/m ²

試験は3箇所で行った。代表としてケース1の断面図を図-1に、設計計算から算出される荷重値を表-2に示す。表-2を見ると、補強土壁を構成する各部分材についてそれぞれに許容値が存在することがわかる。ここでは、予備試験としてなるべく大きな荷重で確認したいという目的から、鋼材の降伏荷重(57.5kN)を目標荷重に設定した。

载荷方法は、ケース1,3は単調増加载荷を、ケース2は多サイクル载荷とした。段階荷重を5~10kNとし、それぞれの荷重段階で5分間の荷重保持を行った。

表-2 設計荷重(施工総研・ケース1)

種別	許容荷重(kN)	降伏荷重(kN)	破壊荷重(kN)	設計土圧(kN)
タイバーの引張り	34.3	57.5	97.9	—
アンカープレートとナットの引抜き	37.8	63.4	107.9	—
壁面材	75.0	—	—	—
アンカープレートと土の引抜き	26.8	—	80.3	—
設計土圧(天端より3.0m下)	—	—	—	15.9

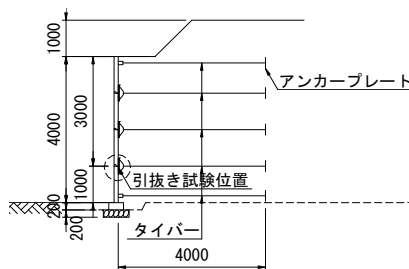


図1 横断面図(施工総研・ケース1)

3. 試験結果と考察(施工総研)

ケース1の試験結果を図-2に示す。設計上のアンカープレートの極限引抜き荷重まで载荷を行ったが、除荷後の変位量は4mmと小さく、補強材が健全であることが理解できる。

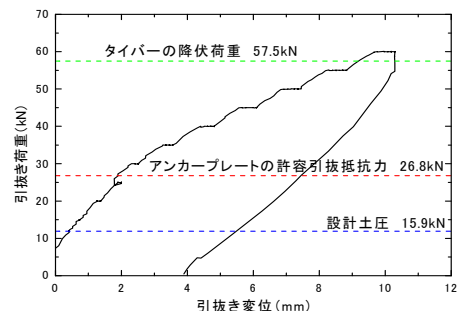


図-2 荷重-変位(施工総研・ケース1)

荷重保持時のクリープを ΔS とし、 $\Delta S / \log \Delta t \sim P$ (引抜き荷重)で整理した図を図-3に示す。図-3を見ると急激なクリープの増加は見られないが、 $P=25kN$ 付近で変化点が見られる。図-3にはケース1の結果に加えて、ケース3の整理結果も合わせて示しているが、同様な傾向である。

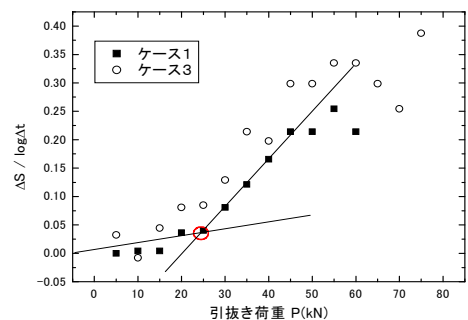


図-3 $\Delta S / \log \Delta t - P$ (施工総研)

図4は、ケース2の試験結果である。上の図は荷重-変位曲線、下の図は弾性・塑性図を示している。理論値とはタイバーの弾性伸び量の計算値である。実験結果の弾性伸び量と理論値はよい一致を示している。大きな塑性変形の発達は無いものの、 $P=40kN$ 付近に変化点が見られる。ケース1,3の結果と合わせると、今回の一連の試験では、 $P=25\sim 40kN$ 付近に1次的な変化点が見られた。

Test result of health diagnostics for anchored reinforced soil wall

Nippon Express Research Institute Company Limited, Hiorake Nakamura, Muneo Takagi

Okasanlivic Co.,Ltd, Satoshi Kobayashi, Takeharu Konami, Kazuki Tomiyama

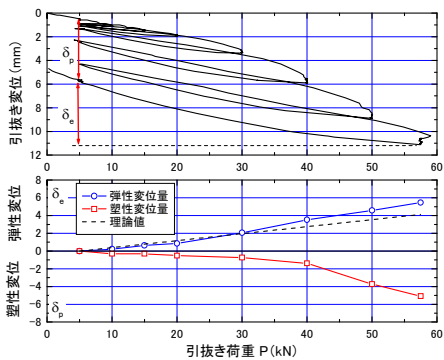


図-4 多サイクル試験結果 (施工総研・ケース 2)

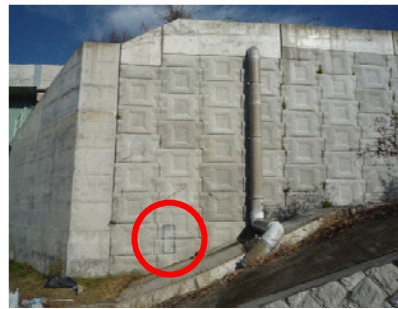


写真-1 新東名補強土壁 (ケース 1)

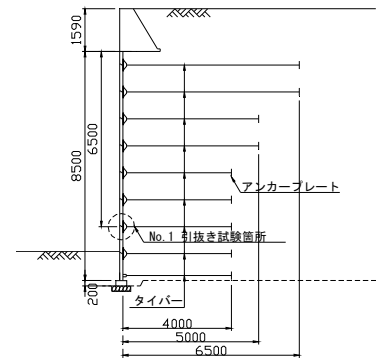


図-5 横断面図 (新東名・ケース 1)

4. 盛土条件と载荷条件 (新東名)

試験対象とした補強土壁は、新東名富士 IC の D ランプの多数アンカー式補強土壁であり、3箇所で行った試験を実施した。最も壁高が高いのはケース 1 であり H=10.09m である。代表としてケース 1 の概要を写真-1、図-5 に示す。

地盤調査は、擁壁延長方向の中間地点 (ケース 2 と同じ測点) で、壁から背面側に 4.0m 離れた地点で実施した。基盤までボーリングを行い、標準貫入試験および孔内水平载荷試験を行った。地層は上位 7.8m までが盛土、その下位に地山 (火山岩) が確認された。盛土部は細砂が主体であるが、100mm 以上の玉石を多く混入していた。そのため、代表 N 値が 22 と盛土にしては大きな N 値が得られた。孔内水平载荷試験による地盤反力係数は $K_m=70,440\text{kN/m}^3$ 、変形係数は $E=5,154\text{MN/m}^2$ であった。これらの値は盛土層 G.L.-2m における値である。

载荷計画における確認荷重と計画最大荷重を表-3 に示す。補強材が最低限必要な性能を確保しているかどうかを確認するためには、設計土圧に相当する引張り力に対して安全であることを確認する必要がある。そこで、確認荷重を設計土圧による引張り力とした。ケース 1~3 で確認荷重の大きさが異なるのは、試験箇所の土被り高が異なるためである。

表-3 引抜き試験の载荷荷重 (新東名)

ケース	確認荷重 (kN)	計画最大荷重 (kN)
1	27.23	30
2	23.87	25
3	17.13	20

5. 試験結果と考察 (新東名)

ケース 1~3 の引抜き試験結果を図-6 に示す。いずれのケースにおいても進行的な変位は見られず、設計荷重に対して安全と評価することができる。表-4 にはケース 1~3 の結果をまとめた一覧表を示した。ここに、最大荷重、最大変位、残留変位は実験で得られた実測値であり、あとの項目の算出方法については備考欄に記している。

表-4 では、引抜き変位はタイバーの弾性変位とプレートの土中変位に分けられると仮定し、プレートの土中変位に対して地盤の反力係数を算出した。得られた地盤反力係数は、各ケースにおいてバラつきがある。これは、各試験箇所の拘束圧の違いが影響していると思われる。一方、孔内水平载荷試験による結果では、 $K_m = 70,440\text{kN/m}^3$ であり、ケース 2 の値とよく一致している。これは、孔内水平载荷試験を行った位置がケース 2 の位置と同じであったためと思われる。

復旧後の補強材に作用する引張り力を測定するために、ケース 1 では補強材にひずみゲージを貼り付けて復旧した。復旧時 $T=0\text{kN}$ であった補強材の作用荷重は、2 日後に $T=1.62\text{kN}$ 、40 日経過後には $T=6.85\text{kN}$ まで回復した。なお、設計荷重は 27.23kN である。補強材が時間の経過とともに順調に機能を回復しているものと思われる。

6. まとめ

本研究では、健全な補強土壁に対して健全性評価試験を実施した。そして、得られた試験結果から健全であるとの評価を行うことができた。一方、健全性指標の具体的な設定方法については、今後の課題である。

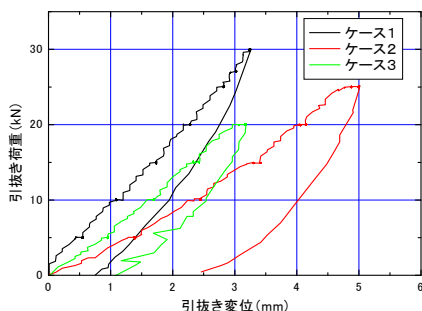


図-6 荷重-変位 (新東名)

表-4 引抜き試験結果 一覧表 (新東名)

項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3	備考
最大荷重 P_{max} (kN)	30.0	25.0	20.0	
最大変位 δ_{max} (mm)	3.25	5.02	3.18	
残留変位 δ_p (mm)	0.74	2.46	1.39	
弾性変位 δ_e (mm)	2.51	2.56	1.79	$\delta_e = \delta_{max} - \delta_p$
タイバーの弾性変位 $\delta_{e, rod}$ (mm)	2.36	1.47	1.18	$\delta_{e, rod} = (P_{max} \cdot L) / (E \cdot A_{rod})$
プレートの土中変位 δ_{plate} (mm)	0.89	3.55	2.00	$\delta_{plate} = \delta_{max} - \delta_{e, rod}$
地盤反力係数 K_m (kN/m ³)	374, 532	78, 247	111, 111	$K_m = P_{max} / (A_p \cdot \delta_{plate})$

※ $L=4.0\text{m}$ (ケース 1), $L=3.0\text{m}$ (ケース 2,3), $A_{rod}=254.46\text{mm}^2$, $E=2.0 \times 10^5\text{N/mm}^2$

<謝辞> 本研究を行うにあたり、NEXCO 中日本 富士工事事務所のご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

<参考文献> 1) (財) 土木研究センター：多数アンカー式補強土壁工法設計施工マニュアル第 3 版，平成 14 年

2) 高木・中村・小浪・小林・富山：アンカー式補強土壁の健全性評価試験方法，第 45 回地盤工学研究発表会 (投稿中)