山口大学大学院	正会員	鈴木素之
山口大学大学院	学生会員	佐藤登 〇福村拓人
エネルギア・エコ・	マテリア	中下明文 中村芳弘
復建調査設計	正会員	若槻好孝
山口大学大学院	正会員	兵動正幸

1. はじめに 補強土壁工法では,鋼材と土の間の摩擦抵抗が 期待できる細粒分含有率の低い砂質土が盛土材として用いら れるが,最近では良質な砂質土の入手が困難になっている. そこで,本研究では,砂質土に代わる盛土材として,単位体 積重量が小さく,かつ,高いせん断強さを発揮するクリンカ アッシュの利用に着目した.異なる複数のクリンカアッシュ に対して,締固め度を90%に設定し,拘束圧を10kPaから 100kPaの範囲で変化させて,帯鋼補強材の土中引抜き試験を 行った.その結果をもとに補強材の土中引抜き挙動および摩 擦係数と土被り厚の関係について検討した.

## 2. 補強材の土中引抜き試験方法

2.1 クリンカアッシュの物理特性 表-1 に試料土となるク リンカアッシュの物理特性および締固め特性を示す. 細粒分 含有率 F<sub>c</sub>はいずれも補強土壁工法の適用基準<sup>1)</sup>となる 25%以 下である. また, 土粒子の密度も一般的な盛土材と比較して 小さい.

2.2 試験装置 図-1 に土中引抜き試験装置の模式図を示す. 本装置は土槽,帯鋼補強材,壁,補強材の引抜き装置,上載 圧の載荷装置,引抜き変位計,ベロフラムシリンダー,鉛直 変位計およびデータ記録装置から構成されている.試験では 所定の上載圧 σvを載荷しながら,両面排水条件で圧密した土 槽内から敷設した補強材を引き抜いた.補強材はリブ付き帯 鋼補強材であり,埋設長 35cm,材質は SM490 で亜鉛メッキ が施されている.

2.3 試料の調製 試料をバットにあけ、よく混合し、締固め時の各層分の試料に小分けした. 土槽底面に不織布、ろ紙を順に敷設し、1層ずつ試料を入れ、4kg ランマーで突固めによる締固めを行った.5層目充填後に帯鋼補強材を敷設した.10層目まで充填した後、最上面を均し、ろ紙、不織布を順に敷設した.所定の上載圧を載荷し、圧密を行った.

 2.4 結果の整理方法 補強材を土中から ΔL 引抜いた時の補 強材の表面積 A とその時の引抜き抵抗 τ をそれぞれ式(1)およ び式(2)により算出した.ここに, T:引抜き力(kN), A:補強 材面積(m<sup>2</sup>), B:補強材幅(m), L:敷設長(m), ΔL:引抜き変

表-1 試料土の種類と物理特性

	試料土	土粒子の 密度 <sub>(g/cm<sup>3</sup>)</sub>	細粒分 (%)	砂分 (%)	礫分 (%)	最適 含水比 (%)	最大乾燥 密度 (g/cm <sup>3</sup> )
	C.A.O	2.160	14.2	61.7	24.2	29.6	1.140
[	C.A.MI	2.104	14.1	60.1	25.8	37.7	1.019
	C.A.MA	2.185	7.5	50.9	41.6	34.7	1.085
	C.A.D	2.222	22.9	54.1	23.0	40.2	0.948



位(m)である.

$\tau = T/(2 \times A)$	(1)
$A = B \times (L - \Delta L)$	(2)

## 3. 試験結果と考察

(1) 引抜き挙動 代表的な試料土 (C.A.O)の引抜き力と引抜 き変位の関係を図-2 に示す.引抜き変位が 12mmの付近まで単 調増加し,その後は定常状態となっていることがわかる. $\sigma_v$ が 大きいほど,引抜き力は高くなる傾向を示すが、80kPaと 100kPa でその傾向が逆転している. 図-3 は垂直変位と引抜き変位の関 係である. $\sigma_v=10~40kPa$ では,供試体は引抜き初期に収縮する が,その後膨張に転じている.これは,密詰め砂の排水せん断 特性と似た挙動である.一方, $\sigma_v=60~100kPa$ では,引抜き中 に供試体は常に収縮挙動を示している.図は割愛するが,細粒 分の多い C.A.D の場合, C.A.O と比較して,引抜き力が総じて 小さかった.また, C.A.D は C.A.O と比較して体積変化が少な かった.この理由として,細粒分の土粒子が間隙に入り込み, 体積変化が小さくなったためと考えられる.

(2)最大引抜き抵抗に及ぼす上載圧の影響 図-4 に全試料土の 最大引抜き抵抗と上載圧の関係を示す.F<sub>C</sub>の高い C.A.D では最 大引抜き抵抗は総じて小さい.また,F<sub>C</sub>の最も低い C.A.MA で は、最大引抜き抵抗は上載圧の増加とともに単調に増加してい る.しかし、それ以外の試料では最大引抜き抵抗は上載圧の増 加に対して一時的に増減しており、C.A.O と C.A.MI では 80 kPa から 100 kPa になるとき、最大引抜き抵抗が減少していたことか ら、100 kPa レベルでの引抜き挙動に及ぼす粒子破砕の影響を検 討することとした.なお、各試料における最大引抜き抵抗と上 載圧の関係には試験直前の締固め度の影響も含んでいる.

<u>(3) 引抜きに伴う粒子破砕の検討</u> 図-5 に全試料土に対して補 強材近傍(補強材上下面の厚さ約 10mm)の試料の試験前後の粒 度分布を示す. C.A.MA と C.A.MI では試験後に F<sub>c</sub> がわずかに増 加していた. C.A.O と C.A.D の粒径加積曲線に違いはみられず,



Fcの高い試料では粒子破砕は生じていないといえる.図-6にみかけの摩擦係数(最大引抜き抵抗を上載圧で除した値)と土被り厚の関係を示す.いずれの試料土も工法の基準線より高い値を示し,特に土被り厚の小さい範囲 でより高い値を示している.

4. まとめ 本研究で得られた知見を以下に要約する.(1) 異なる複数のクリンカアッシュにおいても,砂質 土と同等あるいはそれ以上の引抜き抵抗が発揮されることが分かった.(2) 上載圧が大きくなるにつれて最大 引抜き抵抗は大きくなるが,60~100 kPa の範囲で引抜き抵抗が低下する試料があった.(3) クリンカアッシュの摩擦係数は補強土壁工法における基準値を大きく上回り,通常の砂質土と比較して優れた摩擦抵抗を発揮 する.したがって,クリンカアッシュの補強土壁工法への盛土利用は摩擦係数の観点から設計上有効である.
[参考文献] 1) 補強土(テールアルメ)壁工法補強土設計・施工マニュアル第3回改訂版,2003.

2) 鈴木素之他:補強土壁工に用いるクリンカアッシュに対するストリップの引抜き抵抗特性,第47回地盤工 学研究発表会(投稿中),2012.