

帯鋼補強土壁に用いるクリンカアッシュに対する補強材の引抜き抵抗特性

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 ○福村拓人
エネルギー・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_c はいずれも補強土壁工法の適用基準¹⁾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 σ_v 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 試料をバットにあげ、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、クリンカアッシュの圧密を行った。

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^2)、 B ：補強材幅(m)、 L ：敷設長(m)、 ΔL ：引抜き変位(m)である。

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

キーワード：補強土、クリンカアッシュ

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院理工学研究科 鈴木素之 TEL 0836-85-9303, FAX 0836-85-9301

表-1 試料土の種類と物理特性

試料土	土粒子の密度 (g/cm^3)	細粒分 (%)	砂分 (%)	礫分 (%)	最適含水比 (%)	最大乾燥密度 (g/cm^3)
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

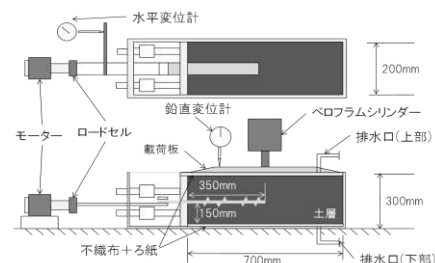


図-1 土中引抜き試験装置

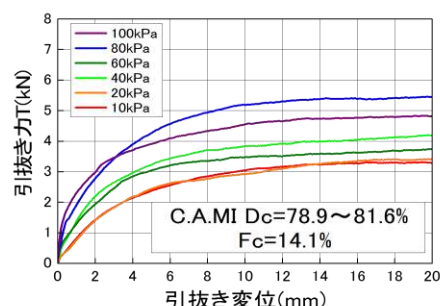


図-2 引抜き力と引抜き変位の関係

(C. A. MI)

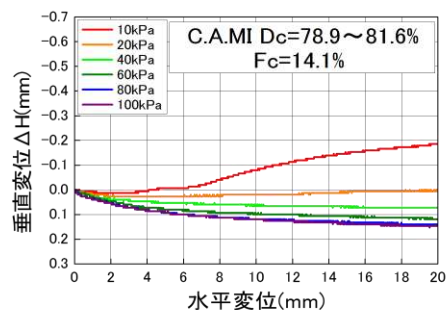


図-3 垂直変位と引抜き変位の関係

(C. A. MI)

3. 試験結果と考察

(1) 引抜き挙動 代表的な

試料土 (C.A.MI) の引抜き力と引抜き変位の関係を図-2に示す。引抜き初期で単調増加し、その後は定常状態となっていることがわかる。図-3は垂直変位と引抜き変位の関係である。 $\sigma_v = 10, 20 \text{ kPa}$ では供試体は引抜き初期に収縮し、その後膨張に転じている。一方、 $\sigma_v = 40 \sim 100 \text{ kPa}$ では、引抜き中に供試体は常に収縮挙動を示している。図-4および図-5に細粒分の多い C.A.D の引抜き挙動を示している。C.A.MI と比較すると、引抜き力が総じて小さいことが分かる。また、

C.A.D は体積変化が少ないことが分かる。これは、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-6に全試料土の最大引抜き抵抗と上載圧の関係を示す。各試料の締固め度が一定になっていないが、総じて F_c の高い C.A.D では最大引抜き抵抗は小さいことがわかる。また、 F_c 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碎の影響を検討することとした。

(3) 引抜きに伴う粒子破碎の検討 図-7に全試料土に対して補強材近傍(補強材上下面の厚さ約 10 mm) 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_c がわずかに増加していた。C.A.O と C.A.D では違いはみられず、 F_c の高い試料では粒子破碎は生じていないといえる。図-8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、 $60 \sim 100 \text{ kPa}$ の範囲で引抜き抵抗が一時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.

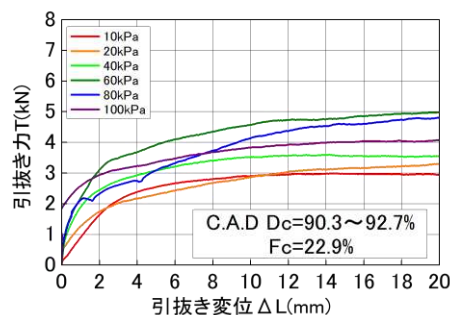


図-4 引抜き力と引抜き変位の関係 (C. A. D)

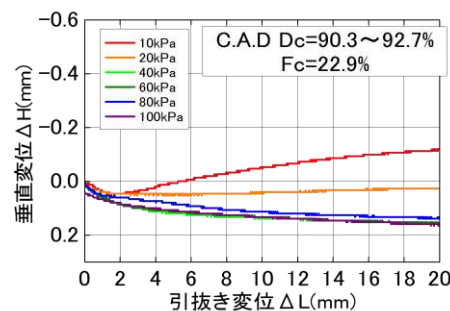


図-5 垂直変位と引抜き変位の関係 (C. A. D)

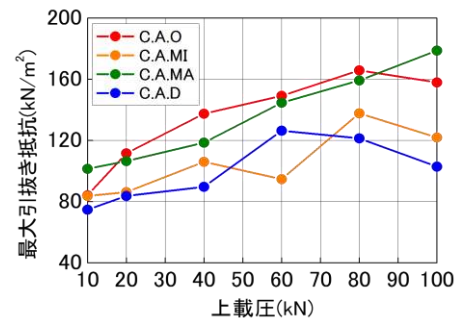


図-6 最大引抜き抵抗と上載圧の関係

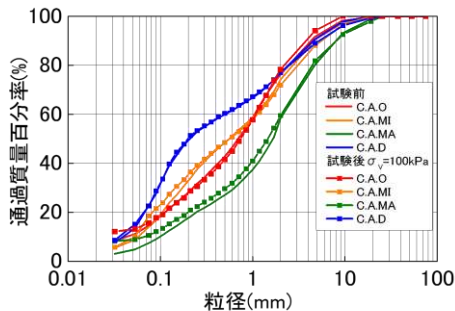


図-7 試験前後の粒度分布比較

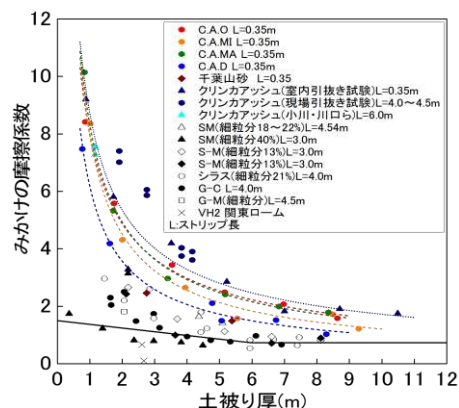


図-8 摩擦係数と土被り厚の関係