

土中引抜き試験による補強土壁工法におけるクリンカアッシュの適用性の検討

山口大学大学院 学○佐藤 登
山口大学大学院 正 鈴木素之 学 藤井雅規
復建調査設計 正 若槻好孝
エネルギー・エコ・マテリア 中下明文 中村芳弘
山口大学大学院 正 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。しかし、最近ではその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に着目し、クリンカアッシュに対する帯鋼補強材の土中引抜き試験を行った。供試土は締固め度 90%に設定し、拘束圧を 10kPa から 120kPa の範囲で変化させ、摩擦係数と土被り厚の関係について検討した。また、現場引抜き試験結果との比較も行った。

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 に試験ケースとクリンカアッシュの物理特性を示す。クリンカアッシュは新小野田発電所から採取した石炭灰である。細粒分含有率 F_c は補強土壁工法の適用基準¹⁾となる 25%以下である。また、土粒子の密度は 2.180g/cm^3 であり、一般的な盛土材のそれと比較しても軽量である。

2.2 試験装置 図-1 に田坂ほか²⁾が開発した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、上載圧の荷重装置、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 を荷重しながら、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 に亜鉛メッキを施したものである。

2.3 試料の調整 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、不織布とろ紙を敷設した。所定の上載圧を荷重し、クリンカアッシュの圧密を行った。

2.4 結果の整理法 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)、

表-1 試験ケースと試料の物理特性

試料土	上載圧 σ_v (kPa)	含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm^3)	乾燥密度 (g/cm^3)	土粒子 の密度 (g/cm^3)
クリンカ アッシュ	10	12.30	1.157	1.030	2.180
	20	15.50	1.178	1.020	
	40	13.18	1.161	1.026	
	60	13.34	1.171	1.033	
	80	13.80	1.165	1.024	
	100	13.74	1.171	1.030	
	120	13.25	1.166	1.030	

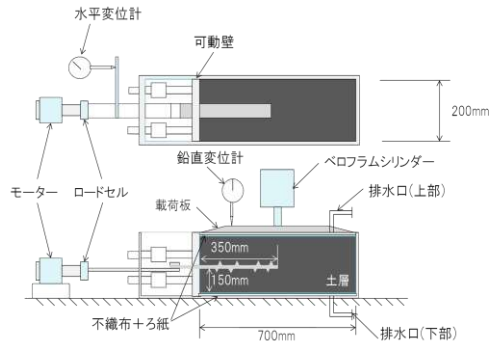


図-1 土中引き抜き試験装置

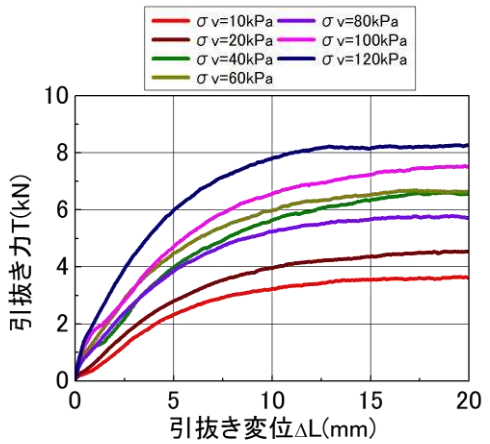


図-2 引抜き力と引抜き変位の関係

キーワード：クリンカアッシュ 補強土 引抜き

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

L: 敷設長(m), ΔL : 引抜き変位(m)である.

$$\tau = T / (2 \times A) \quad (\text{kPa}) \quad (1)$$

$$A = B \times (L - \Delta L) \quad (\text{m}^2) \quad (2)$$

3. 試験結果 図-2に各 σ_v の下における引抜き力Tと ΔL の関係を示す. ΔL が12mm~15mmに達するまでは, Tは単調に増加する傾向を示し, その後に定常状態となっている. また, T~ ΔL 曲線において ΔL の増分に対するTの増分の比率が変わる変曲点が存在する. これは, 剛性の高い補強材において引抜荷重が補強材全体に伝わった段階と見て取れる. また, σ_v が大きいほど, T~ ΔL 曲線は上方に位置することがわかり, 拘束圧依存性があることを確認した. 図-3に τ と ΔL の関係を示す. 本室内試験の結果とともに, 同じ材料に対する現場引抜き試験の結果³⁾および補強土壁工法の適用基準¹⁾を満たす砂質土(千葉山砂と表記)の同試験機による引抜き試験結果を記載している. なお, 現場引抜き試験における補強材の敷設長は3.8~4.3mであった. 室内試験の τ ~ ΔL 曲線は, 敷設長が10倍程度の現場引抜き試験のそれとほとんど変わらないことが確認された. また, 千葉山砂と比較すると, 同様の上載圧下において, クリンカアッシュの引抜き抵抗は千葉山砂のそれを大きく上回ることが確認された. 次に, σ_v 別の ΔL と沈下量 ΔH の関係を図-4に示す. $\sigma_v=10\sim60\text{kPa}$ において, 引抜き初期, 供試体は収縮するが, その後, $\Delta L=2\sim5\text{mm}$ の範囲で膨張に転じている. これは密詰め砂の排水せん断特性と似た挙動を示している. 一方, $\sigma_v=80\sim120\text{kPa}$ では, 引抜き中, 供試体は常に収縮挙動を示している.

図-5に土被り厚と見掛けの摩擦係数の関係を示す. クリンカアッシュの摩擦係数は他の盛土材料¹⁾や千葉山砂に比べて高い値を示しており, 特に土被り厚の小さい範囲でより高い値を示している. これは, クリンカアッシュの引抜き特性が他の盛土材と比較して優れていることを示唆している.

4. まとめ クリンカアッシュは通常の砂質土と比較して, 優れた摩擦抵抗を発揮し, 摩擦係数は補強土壁工法における設計値を大きく上回ることが確認できた. この結果から, 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ことが示唆された.

[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, p.88, 2003. 2) 田坂他: 固化処理土を適用した帯鋼補強土壁における補強材の引抜き抵抗特性と補強材長の設計, 土木学会論文集C, Vol. 66, No. 3, pp.516-529, 2010. 3) 若槻他: クリンカアッシュを盛土材料とした補強土(テールアルメ)壁のストリップの現場引抜き試験, 第46回地盤工学研究発表会, 2011(投稿中).

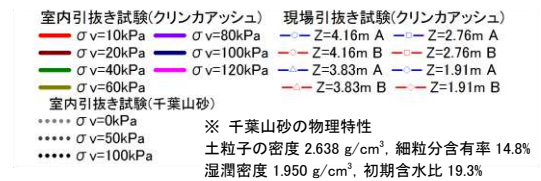


図-3 引抜き抵抗と引抜き変位の関係

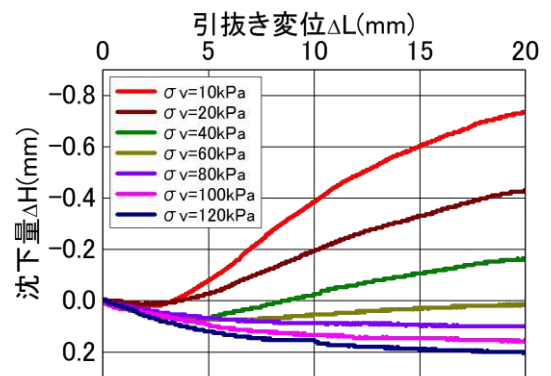


図-4 沈下量と引抜き変位の関係

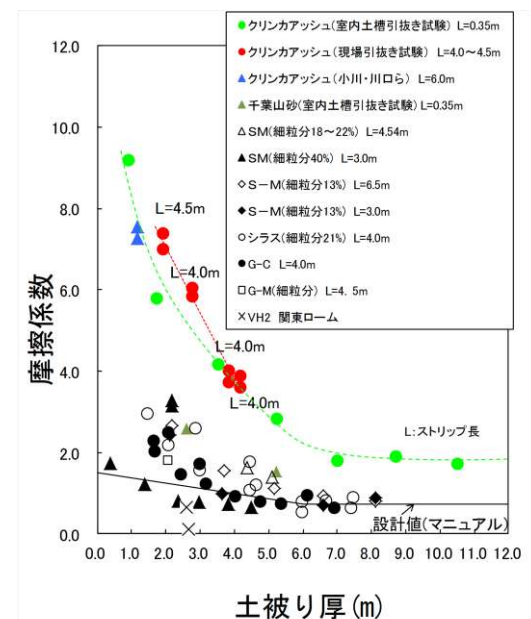


図-5 摩擦係数と土被り厚の関係