

帯鋼補強土壁工法における物理特性の異なるクリンカアッシュの引抜き抵抗特性

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 ○山口恭平 福村拓人
 中国電力 正会員 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

東日本大震災以降、我が国では火力発電所から産出される石炭灰が増える可能性がある。このことから、補強土壁工法における盛土材として、砂質土に代わるクリンカアッシュの利用に着目した。クリンカアッシュは、軽量でせん断強さが高く、さらに透水性に優れるなど、地盤材料として優れた性能を有している。そこで、本研究では、異なるクリンカアッシュに対して補強材の土中引抜き試験を実施し、引抜き挙動ならびに最大引抜き抵抗に及ぼす締固め度の影響の検討を行った。また、クリンカアッシュの物理特性と最大引抜き抵抗の関係を検討した。以下に、その結果と考察を示す。

2. 補強材の土中引抜き試験

2.1 クリンカアッシュの物理特性 表-1 に試料土の種類と物理特性を示す。クリンカアッシュの細粒分含有率 F_c は、C.A.T を除いて、補強土壁工法の適用基準となる 25% 以下である。また、土粒子の密度も一般的な盛土材のそれと比較して軽量である。

2.2 試験装置 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、引抜き荷重計、水平変位計、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、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、敷設長 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、十分に混合してから、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。

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

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)	最適含水比 (%)	細粒分 (%)	砂分 (%)	礫分 (%)
C.A.O	2.160	29.60	14.2	61.7	24.2
C.A.MI	2.104	37.71	14.1	60.1	25.8
C.A.MA	2.185	34.74	7.5	63.0	29.6
C.A.D	2.222	40.22	22.9	54.1	23.0
C.A.H	2.224	34.09	5.5	62.9	31.6
C.A.T	2.126	38.46	26.8	53.5	19.7
千葉山砂	2.719	17.60	14.8	83.8	1.4
宇部まさ土	2.619	11.30	10.1	43.2	46.8

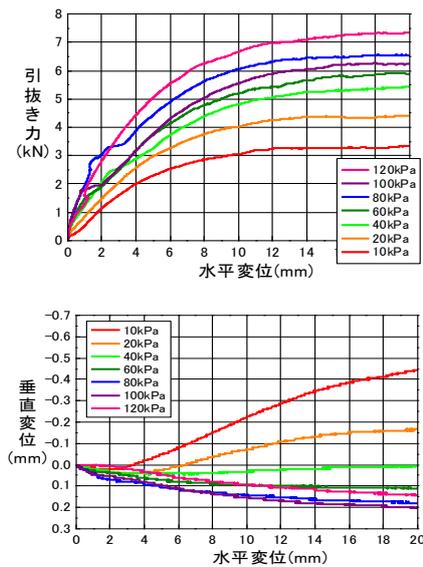


図-1 引抜き力、垂直変位と水平変位の関係 (C.A.O)

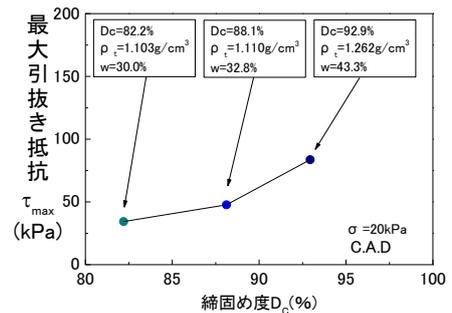


図-2 最大引抜き抵抗と締固め度の関係 (C.A.D)

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

ここに、T:引抜き力(kN), A:補強材面積(m²), B:補強材幅(m), L:敷設長(m), ΔL:引抜き変位(m)である。

3. 実験結果と考察

図-1 に、クリンカアッシュの典型的な引抜き挙動として C.A.O の結果を示す。まず、引抜き力と引抜き変位の関係について、図からわかるように、引抜き変位が 12mm の付近まで単調に増加し、その後は定常状態になっている。また、 σ_v が大きいほど、高い引抜き力を示すことがわかる。次に、垂直変位と水平変位の関係を見ると、 $\sigma_v = 10 \sim 40 \text{ kPa}$ の範囲では、引抜き初期には供試体は収縮するが、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を示している。一方、 $\sigma_v = 60 \sim 120 \text{ kPa}$ の範囲では引抜き中に供試体は常に収縮挙動を示している。

次に、細粒分含有率の多い C.A.D と細粒分含有率の少ない C.A.MA で締固め度と最大引抜き抵抗の関係を図-2 および図-3 に示す。細粒分含有率の少ない C.A.MA の方が締固め度の増加によって最大引抜き抵抗は顕著に増加している。一方、細粒分含有率の多い C.A.D のほうは、引抜き抵抗の増加傾向が小さい。このことから、試料の粒度組成によって、試料の密度増加による最大引抜き抵抗の増加特性が異なることがいえる。

最後に、図-4~6 に最大引抜き抵抗と物理指標の相関を示す。 σ_v が 20kPa のとき、細粒分、礫分ともに最大引抜き抵抗の変化はあまりみられないが、120kPa ときは細粒分が少なくなると、また礫分が多くなると最大引抜き抵抗は増加している。また、中央粒径が大きくなればなるほど、最大引抜き抵抗も上昇することが分かる。上記のことは、粗粒分の増加により、補強材のリブと試料のかみ合わせがよくなったためと考えられる。

4. まとめ

物理特性の異なる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特性が発揮された。また、高圧条件において、細粒分含有率が少なく、礫分含有率が多い試料のものが高い引抜き抵抗を発揮することがわかった。以上のことから、物理指標から最大引抜き抵抗を推測できる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 補強土(テールアルメ)壁工法設計・施工マニュアル 第3回改訂版, 2003.
- 2) 鈴木素之他: 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, 土木学会第67回年次学術講演会, 2012.

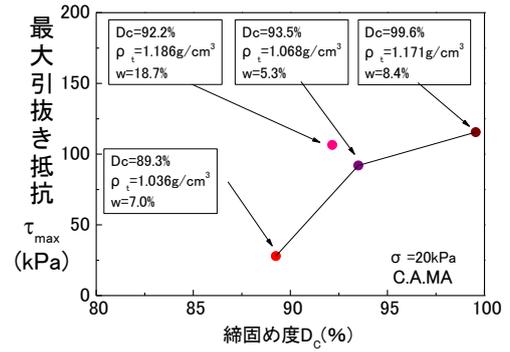


図-3 最大引抜き抵抗と締固め度の関係 (C.A.MA)

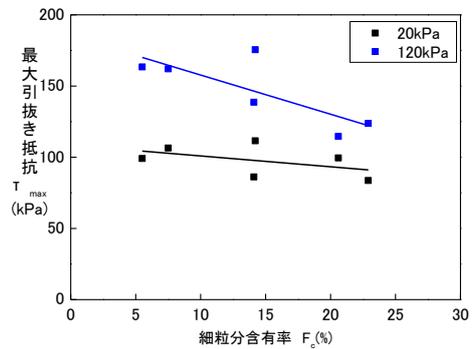


図-4 最大引抜き抵抗と細粒分含有率

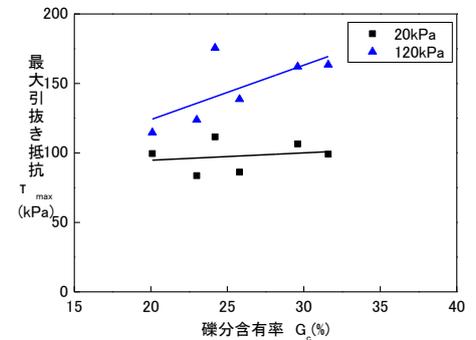


図-5 最大引抜き抵抗と礫分含有率

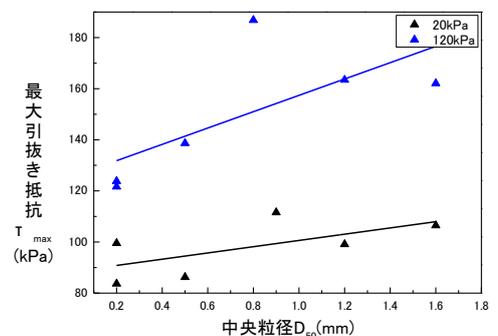


図-6 最大引抜き抵抗と中央粒径