締固めに伴うクリンカアッシュに敷設したジオグリッドの引抜き抵抗特性の変化

山口大学工学部社会建設工学科	学生会員	○松永	崇史
山口大学大学院創成科学研究科	正会員	鈴木	素之
山口大学大学院創成科学研究科	学生会員	藤田	義成
中国電力(株)エネルギア総合研究所	正会員	佃	勝二
中国電力(株)エネルギア総合研究所	正会員	及川	隆仁
中国電力(株)エネルギア総合研究所	正会員	渡辺	健一

1. はじめに 石炭灰は指定副産物に位置づけられ,有効 利用が促進されている.その一種であるクリンカアッシュ は、単位体積重量が小さく,高いせん断強さを発揮するこ とから,クリンカアッシュの盛土や帯鋼補強土壁への適用 性の検討がなされてきた¹⁾.このクリンカアッシュの締固 め曲線は含水比に対して乾燥密度の変化の割合が小さく, なだらかな曲線を呈しており,締固め管理がしやすい.本 研究では,締固め曲線上で異なる含水比が与える引抜き抵 抗特性の違いを明らかにするため,含水比を調整したクリ ンカアッシュに対するジオグリッド補強材の土中引抜き 試験を実施した.また,引抜き抵抗特性を算定するために, 一面せん断試験を実施し,有効面積の算出に用いる試料の 強度定数を求めた.本文ではその結果を述べる.

2. 試料の物理特性と調整 表-1 に本研究に用いた試料 (C.H)の物理特性を示す. 試料の含水比は天日乾燥の後, 加水して調整を行った.

<u>3. クリンカアッシュに対する一面せん断試験</u>

(1) 試験手順 せん断箱に試料を投入し, 締固め用具を用 いて動的に試料を所定の高さまで締固め, 上面を平らに仕 上げ, ベロフラムシリンダーで所定の圧密応力 20, 40, 60, 80kPa を加えた. 圧密終了後, 0.2mm/min のせん断速 度で 7.0mm せん断を行った.

(2)試験結果 各含水比における強度定数とクーロンの破壊基準線を図-1 に示す.これらは、最大せん断応力とそれに対応する垂直応力の実測値の関係に対して最小二乗法で決定した近似直線から求めた.含水比が増加するにつれて,粘着力 cu は増加し,内部摩擦角 du は減少したが,最適含水比に達すると逆の傾向を示した.また, du は含水比が変動しても,最も低い値で 40°を保ち,依然として砂質土よりも高いせん断強さを発揮した.

キーワード 引抜き試験,含水比,ジオテキスタイル

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 鈴木素之研究室 TEL: 0836-85-9303

表-1 試料の物理特性と締固め特性

試料土	土粒子 密度 ρ_s (g/cm ³)	自然 含水比 ^{Wn} (%)	細粒分 含有率 (%)	砂分 含有率 (%)	礫分 含有率 (%)	最大 乾燥密度 (g/cm ³)	最適 含水比 ^{W_{opt} (%)}
C.H	2.224	22	5.5	62.9	31.6	1.105	33



図-1 強度定数とクーロンの破壊基準線



補強材長さ(mm)

図-2 伸長破断点の近似直線(w=25%)

表-2 各含水比の *A*_{Tra} と *L*_T・*B*

	w=20%	w=22%	w=25%	w=30%	w=33%
$A_1: A_{Tra} (\rm cm^2)$	336	326	437	290	289
$A_2: L_T \cdot B \pmod{2}$	363	371	446	446	480

<u>4. クリンカアッシュに対するジオグリッドの引抜き試験</u>

(1) 補強材 補強材はジオグリッドで,高強度ポリエステ ル繊維を芯材,ポリプロピレンを被覆材としている.また, 補強材の引張破断強度 F_Uは 187kN/m である.

(2) 試験方法 +分に混合した試料を1層ずつ詰め, ラン マーで所定の締固めを行った.1層目上面に応力集中低減 カバーの設置と補強材の敷設を行い,残りを3層に分けて 順次締固めた.所定の σ,を載荷して供試体を圧密した後, 引抜き速度 1mm/min で 100mm まで引抜きを行った.

(3)有効面積 本研究では引抜き抵抗を算定するための補 強材の有効敷設面積を次の 2 つの方法で求めることにし た.1つは各縦ストランドの伸長破断点の位置に対して単 回帰分析を行って近似直線を求め(図-2),補強材端部と 近似直線で囲まれた面積 A_{Tra} から補強材目減り分(後方水 平変位 ΔL の補強材幅分に相当)を差し引いた面積を有効 面積 (A_1) とする方法である(式(1)).もう一方は,一面せ ん断試験で決定した試料の強度定数と F_U から式(2)によ り最大引抜き抵抗長 L_T^2 を求め, $L_T \ge \Delta L$ から式(3)により 有効面積 (A_2) を算出する方法である.



図-4 最大引抜き抵抗~乾燥密度~含水比の関係

 $A_1 = A_{Tra} - \Delta L \cdot B \qquad (1) , \ L_T = \frac{F_U}{2(c_d + \sigma_v \tan \phi_d)} \quad (2), \ A_2 = L_T \cdot B - \Delta L \cdot B \qquad (3)$

ここに、B:補強材幅、 σ_v :上載圧、 c_d :試料の粘着力、 ϕ_d :試料の内部摩擦角である.

(4) 結果と考察 表-2 に後方水平変位 ΔL の補強材幅分を差し引く前の面積の算出結果をまとめる. 含水比 w が 20 ~25%では面積に大きな違いはないが、30~33%では最大で約 200cm³の差が生じた. 図-3 に有効面積 A_1, A_2 による土中引抜き挙動を示す. 異なる含水比でも前方水平変位が大きくなるにつれて、引抜き抵抗 τ は単調に増加し、前方水平変位が 55~75mm で最大値を迎えた後、減少する傾向を示した. 図-4 に最大引抜き抵抗 τ_{max} , 乾燥密度 ρ_{d} および含水比の関係を示している. 総じて A_2 で整理した結果は A_1 で整理した結果よりも低くなっているが、 A_1 、 A_2 ともに w=20~25%の範囲では含水比の増加につれて τ_{max} は減少した. しかし、 A_1 で算定した τ_{max} は w=25~33% の範囲では含水比の増加に対して増加したが、その一方、 A_2 で算定した τ_{max} はほぼ一定となった.

<u>5. まとめ</u>

- (1) クリンカアッシュの ¢u は含水比が変動しても,最も低い値で 40°を保ち,砂質土より高いせん断強さを示した.
- (2) 異なる含水比でも,引抜き抵抗は引抜きに伴い単調増加し,引抜き変位が 55~75mm で最大値を示した後,減 少する傾向を示した.
- (3) 最大引抜き抵抗は、有効面積 A1, A2によらず、含水比の増加にしたがって、含水比が 20~25%の範囲では減少 した.しかし、それに引き続いて、含水比が 25~33%の範囲では、最大引抜抵抗は A1 では増加に転じ、A2 では ほぼ一定になった.したがって、含水比が 25~33%の範囲において、A1を用いた場合の最大引抜き抵抗と含水 比の関係は締固め曲線上の最大乾燥密度と含水比の関係に対応した.

参考文献 1) 若槻好孝, 兵動正幸, 吉本憲正, 吉岡一郎, 中下明文, 中村芳弘: 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講演集, pp.509-510, 2011. 2) 井沢淳, 木村博憲, 桑野二郎, 高橋章浩, 石濱吉郎: ジオグリッドの形状が引き抜き特性に及ぼす影響, ジオシンセティックス論文集, 第15巻, pp.153-158, 2000.