

火山灰質粘性土の経済的な一軸圧縮特性の改善を目指したフライアッシュの活用

九州産業大学 学生会員 嶋山 翼
九州電力 正会員 春口 雅寛
九州産業大学 学生会員 藤本 康裕

九州産業大学 正会員 林 泰弘
九州電力 正会員 陣内 久雄
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

火山灰質粘性土は改良に必要な固化材添加量が多くなりがちで改良コストが高いが、間ら¹⁾はセメント系固化材や石灰系固化材にフライアッシュを配合することにより経済的に優れる改良材の配合を見出した。また、強度レベルを上げた方がフライアッシュによる強度増進効果がより活かせる見込まれるため、本研究では、改良材全体の添加量を多くしながら、フライアッシュの構成比の範囲を広げることで、一軸圧縮特性を改善し、経済性が向上する配合を検討した。

2. 土質安定処理の方法

対象試料は熊本県菊池郡大津町で採取した火山灰質粘性土の赤ぼく³⁾、黒ぼく³⁾である。赤ぼくは黒ぼくに比べ自然含水比、液性限界、塑性限界が高く、より高塑性である。フライアッシュ単体では火山灰質粘性土の改良効果が小さい¹⁾ので、既存の固化材である石灰系固化材(L材)、セメント系固化材(C材)、マグネシウム系固化材(M材)にフライアッシュ(F材)を配合したLF材、CF材、MF材を使用した。M材はL材やC材に比べてpHが低く、重金属の溶出量を抑制できることや火山灰質粘性土の改良には効果的であるといわれるが、高価であるため、使用量を最低限に抑えなければならない。間ら¹⁾によると、赤ぼくはCF材、黒ぼくはLF材による改良効果が高かった。また、養生日数が長くなると一軸圧縮強さが大きくなる傾向にあった。しかし全体の添加量を大きくしないと、フライアッシュを混合した効果が十分に得られないとされた。本研究では表-1に示すように改良材の添加量を増やすなどして、改良材におけるフライアッシュ構成比(F材比)が大きい配合を目指した。

表-1 改良材の添加量

改良材	間ら ¹⁾		本研究	
	赤ぼく	黒ぼく	赤ぼく	黒ぼく
CF (kg/m ³)	100,150	150	-	150
LF (kg/m ³)	80	70, 80	80,100	80,100
MF (kg/m ³)	-	-	130,150	100

表-2 養生条件

締固め前	締固め後	
気中	気中	水中
0日	0日	0日
0日	7日	0日
0日	28日	0日

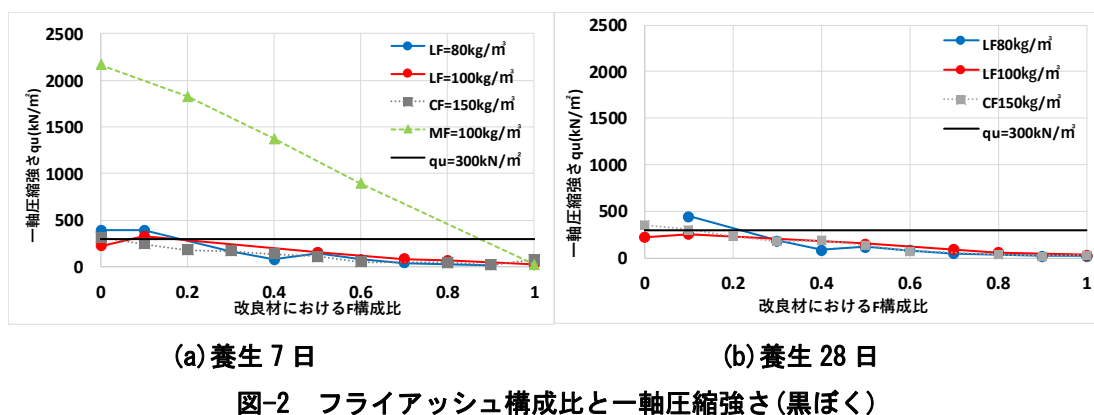
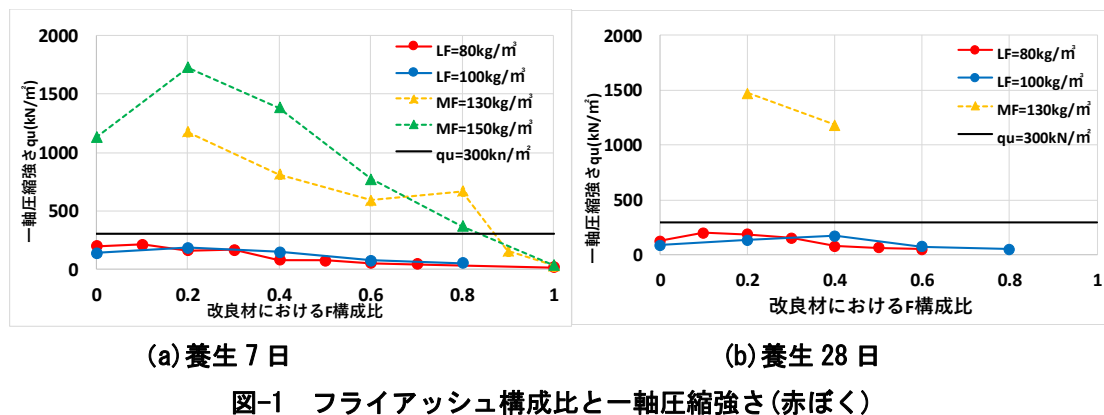
改良土は、対象試料を練り返し後のコーン指数が $qc \geq 150 \text{ kN/m}^2$ になるように赤ぼくは $w=147\%$ 、黒ぼくは $w=104\%$ に含水比調整し、ホバート型ミキサーで試料を練り返した後に改良材を添加し、再び同ミキサーで混合して改良土を作製した³⁾。

一軸圧縮試験用の供試体は内径 5 cm のモールドに試料を入れ、ランマーを用いて締固め仕事量約 550 kJ/m^3 となるように締固め、高さ 10 cm に成形した。締固め後、密閉容器に入れた状態で $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ での恒温庫に入れ、表-2 の条件で養生した。

3. 一軸圧縮強さ

一軸圧縮強さ q_u は JIS A 1216 : 2009 に基づいて求めた。F材比と一軸圧縮強さの関係を赤ぼくは図-1、黒ぼくは図-2に示す。目標強度は盛土への適用を想定し、 $q_u \geq 300 \text{ kN/m}^2$ とする。赤ぼくに対して、LF材改良土は LF=80、100 kg/m^3 では養生 7 日、28 日のいずれも目標強度が得られなかった。CF材改良土¹⁾は、CF=150 kg/m^3 (F材比 ≤ 0.6) で目標強度が得られた。MF材改良土は MF=130、150 kg/m^3 とともに養生 7 日で F材比 ≤ 0.8 で目標強度を達していたため、添加量を減らすことが可能である。黒ぼくに対して、LF改良土は LF=80、100 kg/m^3 では F材比 ≥ 0.2 で養生 7 日、28 日ともに目標強度に達しなかった。CF材改良土は CF=150 kg/m^3 では養生 7 日、28 日ともに F材比=0 でしか目標強度に達しなかった。MF材改良土は養生 7 日で既に F材比 ≤ 0.8 で目標強度を達している。赤ぼく、黒ぼくともに LF、CF はさらに改良材の添加量を増やさないと必要な強度が得られないため不経済であ

る。



4. 経済性の評価

フライアッシュを混合した改良材による強度改善効果を経済性で評価するために目標強度を達成した改良土における「各改良材の費用(円/㎡) = 単価(円/kg) × 添加量(kg/㎡)」を「増加した一軸圧縮強さ(kN/㎡)」で割った「費用対効果(円/kN/m)」を図-3、4に示す。

目標を一軸圧縮強さ $qu \geq 300 \text{ kN/m}^2$ とした場合、最も経済的に優れている配合は、赤ぼくは $\text{MF}=130 \text{ kg/m}^3$ (F 材比=0.8)、黒ぼくは $\text{LF}=80 \text{ kg/m}^3$ (F 材比=0.1) であった。MF 改良材では赤ぼく、黒ぼくともに強度は十分に満足したが、M 固化材は、L 材、C 材に比べ単価が高く添加量が多いと経済的には不利な結果になった。全体的にみると F 材比が増えれば強度は低下するが、経済的に優れる配合を作れる可能性が示された。

5. まとめ

フライアッシュに固化材を配合することにより、養生 7 日では目標強度を達成する配合は、赤ぼく、黒ぼくともに、MF 系固化材で配合すれば達成することができ、養生 28 日後も強度は増加すると予想している。その他の配合については発表当日までに求めていく。

参考文献: 1) 間貴春ら: フライアッシュを用いた火山灰質粘性土の盛土改良材の開発, 土木学会西部支部研究発表講演概要集, pp. 277~278, 2017. 3 : 2) 久保田恭平ら: フライアッシュと石膏を用いた火山灰質粘性土用改良材の開発, 土木学会西部支部研究発表講演概要集, pp. 279~280, 2017. 3 : 3) 藤本康裕ら: 火山灰質粘性土の経済的なコーン指数の改善を目指したフライアッシュの活用, 土木学会西部支部研究発表講演概要集, 投稿中, 2019. 3

