

Ⅲ-B 269 石炭灰を用いた深層混合処理工法のうち石炭灰の品質影響について

電源開発 正会員 東 健一
同 上 正会員 高島 正治
石炭利用総合センター 渡辺 晃弘

1. 研究の目的

当社では、セメント単体による深層混合処理工法(CDM 工法)では品質の制御が困難な低強度領域でも均質な改良地盤の造成を可能とするセメント(C)とフライアッシュ(F)を安定材とした深層混合処理工法(以下 FC-DM 工法と称す)の研究・開発を行っている。また、本工法に適用するフライアッシュは非 JIS 規格であり、非 JIS 灰の有効利用拡大という側面を併せ持っている。一般にフライアッシュは石炭の種類や燃焼温度により物性が左右され、その違いが FC-DM 工法の施工性や改良地盤の品質に大きな影響を与えることが予想される。そこで、本研究では配合条件を同一とし、炭種や燃焼条件の異なる複数のフライアッシュにより FC 安定処理土の強度や FC スラリーの流動性を比較し、フライアッシュの品質がそれらに与える影響を実験的に調べた。

2. 使用材料および試験項目

本研究では改良の対象を名古屋港内において採取された粘性土とし(表1 参照)、安定材として普通ポルトランドセメントおよびフライアッシュを用いた。フライアッシュは燃焼条件の異なる国内炭 3 種類および海外炭 4 種類の計 7 種類とした。安定材の配合条件は、安定材比 F:C=10:6、水粉体比 W/(F+C)=60(%)、セメント添加量 70(kg/m³)とした。試験項目として、安定処理土の一軸圧縮試験(材令 7, 28, 56 日)および P ロートによる FC スラリーの流動性等の試験を実施した。

表 1 粘性土の物性値

土質分類	比重	平均粒径(mm)	含水比(%)	液性限界(%)	塑性限界(%)	有機物含有量(%)
粘質土(CL)	2.692	0.0193	45.92	38.02	22.52	2.20

3. 試験結果および考察

今回使用したフライアッシュの代表的な化学成分分析結果を図 1 に示す。FC 安定処理土の強度特性と関与が深いと考えられる CaO および SiO₂ 含有量の変動係数は、それぞれ 58.34(%)、7.45(%)であり、前者についてはかなりばらついていることがわかった。これらのフライアッシュを安定材として用い、同一の配合条件のもとで作製された供試体により一軸圧縮試験を実施した結果が図 2 である。図 2 より、フライアッシュの種類による一軸圧縮強度の変動係数が各材令とも 10(%)以下と小さいことから、今回使用した範囲においてはフライアッシュの品質が FC 安定処理土の強度に大きな影響を与えることはないものと判断できる。このような特性は、FC-DM の施工期間中に何らかの理由で使用するフライアッシュの種類が変更されたとしても強度への影響は小さいことから、材料確保の自由度が広がることを意味し非常に好ましいものである。

また、FC-DM 工法においては施工性の面から FC スラリーの特性が重要な要素となる。中でも最も重要な特性がスラリーの流動性を表す P ロート流下時間であり、これに関するフライアッシュ別の試験結果を図 3 に示す。ポンプ圧送性より求められる P ロート流下時間の上限はおおよそ 13 秒といわれており、今回使用したフライアッシュの中では一種類だけがこの値を大きく上回る結果となった。フライアッシュの種類によりスラリーの流動性が異なる理由は粉体中の間隙量の相違によるものと考えられ、この点に着目して粉体間隙比と P ロート時間との関係を図 4 に示した。それによると、粉体間隙比が大きいほど P ロート流下時間が長くなるという関係が見て取れる。これは、粉体中の間隙量が多いものほど間隙に水分が拘束され、流動に寄与する水分量が相対的に少なくなり、結果としてスラリーの流動性が劣るものと考えられる。フライアッシュの種類により粉体中の間隙量が異なる原因としては、粒度分布の違いの他、粒子形状の違い等が考えられる。今回のフライアッシュで、最大、最小間隙比を示した国内炭 A と海外炭 A を比較すると、粒度分布は図 5 のとおり近似しているが、その粒子形状は写真 1、写真 2 に示されるように国内炭 A が整った球形状をしているのに対し、海外炭 A の方は球形状ではない不定形のものが多いことがわかる。このように不定形状の多

いフライアッシュでは粉体間隙も必然的に大きくなり、結果としてスラリーとした場合の流動性も劣ることになったと推察される。

図1 フライアッシュの代表成分含有量

図2 フライアッシュ別強度発現状況

図3 フライアッシュ別Pロート流下時間

図4 粉体間隙比とPロート流下時間の関係

図5 粒度分布比較(国内炭Aと海外炭A)

写真 1 国内炭 A の SEM 像(500 倍)

写真2 海外炭AのSEM像(500倍)