III-285

火力発電所副産物を利用した地盤改良試験施工

東京電力（株）　正　○高橋守男　正　貝沼憲男
東電工業（株）　才野浩之
住友建設（株）　高本　彰

１．まえがき

室内試験により、埋立て地盤の粘性土に対して火力発電所副産物を利用した改良材の効果が確認された[1)]ため、実施工でその適用性の検討を行うことを目的に、深層混合処理工法の施工により改良体を築造し、改良効果を確認する試験施工を行った。本報告は、改良体の強度発現状況について概略を述べるものである。

表－１　貝焼却灰等火力副産物の物理性状および化学組成

試験項目 ＼ 火力副産物	物理性状 比重	含水比 %	粒度 Dmax μm	粒度 D_{50} μm	ブレーン値 cm^2/g	化学組成(%) Ig. loss	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	計
貝焼却灰（消石灰）	2.32	0.1	180	24	8,400	23.9	0.8	0.2	0.5	65.7	0.4	0.9	92.4
石炭灰	2.13	0.3	250	28	3,800	3.9	61.6	23.1	3.6	4.5	1.2	0.5	98.4
脱硫石膏	2.45	5.0	425	30	2,600	21.1	0.7	0.2	0.1	32.3	0.2	45.5	100.1

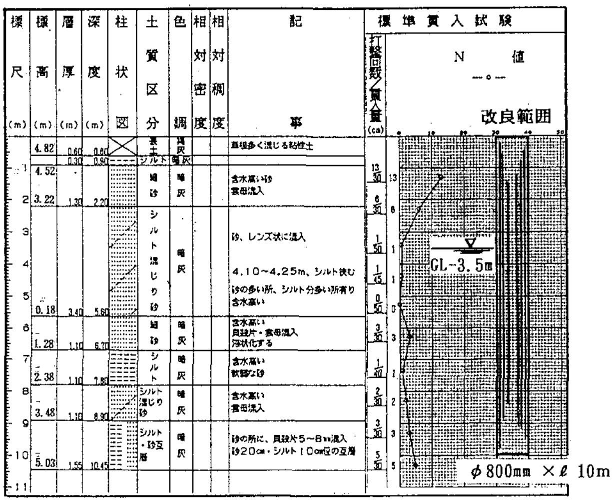
２．試験施工の方法

（１）使用材料

今回使用した火力発電所副産物は、貝焼却灰（消石灰を主成分としている）、石炭灰（粗粉）および脱硫石膏であり、それらの物理性状と化学組成を**表－１**に示す。貝焼却灰は、CaO 量が65％以上であり、ＪＩＳ消石灰なみの純度である。

（２）地盤概要

試験位置の地盤概要は**図－１**のとおりであり、シルトと細砂が互層になっている軟弱な埋立て地盤である。**表－２**に代表的部分の土質試験の結果を示すが、シルトは高含水比で、細砂は非常に緩いという特徴がある。



図－１　地盤概要

表－２　地盤の土質性状

項目		シルト GL-0.9m	細砂 GL-2m	シルト混じり砂 GL-2.2～5.5m
自然含水比 w_n		112.5 ％	29.2 ％	３６．４％
土粒子の比重 G_s		２．５９９	２．６８７	２．７０９
粒度特性	礫分	０ ％	０ ％	０ ％
	砂分	２ ％	６１ ％	４２ ％
	ｼﾙﾄ分	４８ ％	３２ ％	４６ ％
	粘土分	５０ ％	７ ％	１２ ％
	最大粒径	0.106 mm	0.85 mm	0.425 mm
ｺﾝｼｽﾃﾝｼｰ特性	液性限界 w_L	123.5 ％	－ ％	－ ％
	塑性限界 w_P	51.6 ％	－ ％	－ ％
	塑性指数 I_P	71.9	－	－
分類	日本統一土質分類	（ＭＨ）	（ＳＭ）	（ＳＭ）
	土質名	シルト	砂	シルト混じり砂
有機物含有量（重ｸﾛﾑ酸法）		３．６８％	１．０２％	0.61％
ｐＨ		８．２	８．４	８．４
色調		暗灰色	暗灰色	暗灰色

（３）深層混合処理工法の施工方法

改良体の形状寸法はφ80×1,000cm で、**図－１**中に示す位置に築造した。改良材として、火力発電所副産物を利用したもの３種類と市販のセメント系固化材１種類を用いた。改良材の種類と添加量等を**表－３**に示す。水改良材比は改良材スラリーの良好なポンプ圧送性を得るために、Ｐロート流下時間が１５秒以下になるように決めた。混合装置は、土の共回りを抑制するものとし、掘進時に改良材スラリーを吐出・混合し、掘進・引上げ速度は0.5 m/min.とした。

（４）改良体の強度試験

材令４週（１ケ月）および12ケ月にてコア供試体の一軸圧縮試験を行い、改良体強度（一軸圧縮強さ，ｑｕｆ）を求めた。コア採取はﾀﾞﾌﾞﾙｺｱﾁｭｰﾌﾞﾎﾞｰﾘﾝｸﾞにより、各材令ごとに行った。

３．試験結果

深層混合処理工法の施工はいずれの改良材の場合も順調に行われ、以下の試験結果が得られた。

（１）各改良材の改良効果

各改良体コアの一軸圧縮強さの深度方向分布を**図－２**

に示す。材令４週（１ケ月）において、火力発電所副産物だけからなる改良材Ｌ´およびＦＧＬ´については深度方向にほぼ同等の強度発現（ｑuf＝10kgf/cm2 ）が示されており、砂質土および粘性土の双方にほぼ同程度の効果があるといえる。ＦＣの効果は、Ｌ´およびＦＧＬ´の効果とセメント系固化材の効果の中間にある。火力発電所副産物を利用した改良材はセメント系固化材に比べて添加量の増加効果は顕著に見られない。ＬおよびＦＧＬ´は４週時点で、ＦＣおよびセメント系固化材の場合なみの強度発現を期待することは、添加量を増加しても難しい。但し、強度レベルは、埋立て地盤における改良体強度として十分であり、配置設計により適用可能とみられる。

（２）材令に伴う強度増加

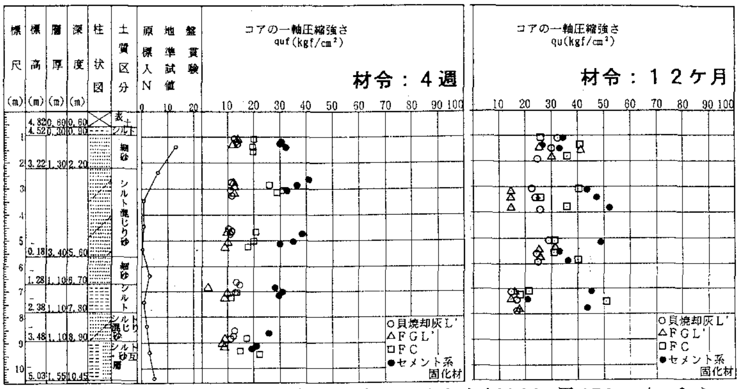
材令４週と12ケ月の改良体強度を比較すると、Ｌ´、ＦＧＬ´の場合は特に材令に伴う強度増加が大きい。細砂部分では材令12ケ月時点でセメント系固化材なみの効果を示している。**図－３**は細砂およびシルト混じり砂について４週と12ケ月の強度の関係であるが、火力発電所副産物を用いた改良材の材令に伴う強度増加がいずれの土質でも大きく、長期的品質の安定性に問題ないことが示されている。

表－３　地盤改良材の種類と添加量等

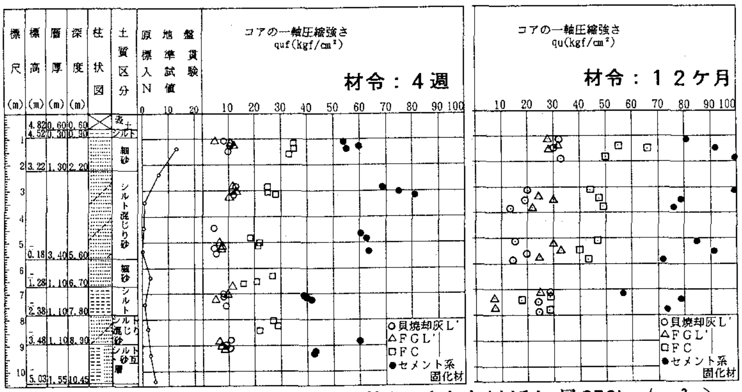
改良材の種類	水改良材比 %	添加量 kg/m³
Ｌ´	１２０	１５０，２５０
ＦＧＬ´	１００	〃
ＦＣ	６０	〃
セメント系固化材	６０	〃

Ｆ：石炭灰（常磐共同火力勿来火力産）
Ｇ：脱硫石膏（横須賀火力産）
Ｌ´：貝消石灰
Ｃ：普通ポルトランドセメント
ＦＣ：Ｆ70%C30%
ＦＧＬ´：Ｆ20%Ｇ20%Ｌ´60%

※添加量は、原地盤１ｍ³（φ800mm ×ℓ 2m）の範囲への改良材の投入量で表している



図－２－１　改良体の強度発現状況（改良材添加量150kg/ m³ ）



図－２－２　改良体の強度発現状況（改良材添加量250kg/ m³ ）

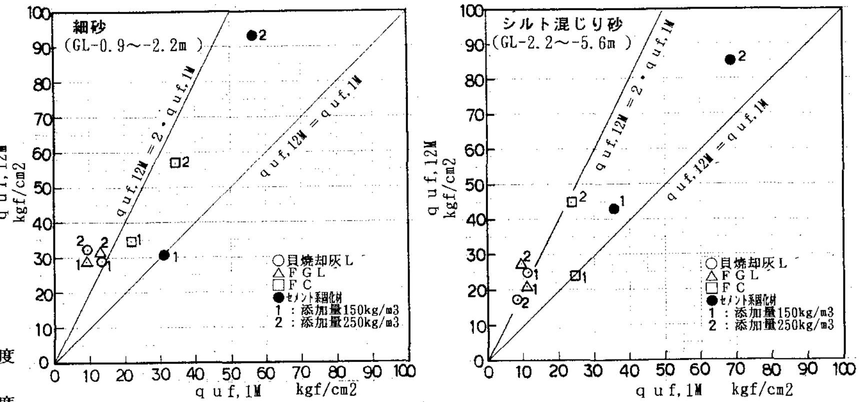
４．あとがき

埋立て地盤において、火力発電所副産物だけからなる改良材Ｌ´およびＦＧＬ´については低強度タイプの地盤改良材として使用できることが確認された。また、石炭灰（粗粉）を利用したＦＣも十分使用できることが確認された。但し、使用に際し、強度発現特性の事前把握は必要である。

参考文献

1）土居・高橋ほか：火力発電所廃棄物の地盤改良材への利用に関する研究　土木学会第４７回年次学術講演会, pp.1088 ～1089, 1992.

quf,1M：材令１ケ月平均コア強度
quf,12M：材令12ケ月平均コア強度



図－３　各土質部分での材令４週（１ケ月）と12ケ月の改良体強度比較