

III-A395 レーリー波探査による石炭灰埋立地盤の液状化強度の推定

東北工業大学 工学部 正 伊藤 孝男、浅田 秋江
 東北工業大学 大学院 学 〇 岡田 裕生、佐藤 友彦
 (株)東北開発コンサルタント 正 大高 学

1. まえがき

近年、石炭灰を陸上で締固めて地盤造成、盛土造成する例が増加する傾向にある。本研究は火力発電所より排出される石炭灰により埋立てられた地盤の液状化強度の推定を目的として、「道路橋示方書」のN値から推定される液状化強度(RL)と、非破壊探査である「レーリー波探査」から求められるレーリー波分散曲線からS波速度構造を同定する逆解析手法を用いて推定した液状化強度(RL)との対比結果について報告する。

2. 試験結果

表-1 埋立地盤の物理・強度特性

試験は、陸上部の石炭灰埋立地盤(平均層厚5m)において、8箇所のレーリー波探査および標準貫入試験、1箇所より不攪乱試料の採取を行った。なお、物理・強度特性は表-1に示すとおりである。

深度	N 値	FC(%)	D ₅₀ (mm)	ρ _s (g/cm ³)	ρ _d (g/cm ³)	e ₀
-0.5m	5<N<10	9.8	0.010	2.308	1.078	1.141
-2.5m	10<N<20	9.5	0.019	2.223	1.144	0.944
-5.0m	N<5	9.6	0.014	2.229	1.113	1.003

2.1 振動三軸試験結果

不攪乱試料による振動三軸試験を実施した。その結果を図-1に示した。軸ひずみ両振幅5%の際の液状化強度をみると、未凝結部(N値<5)でRL=0.13、凝結部(5<N値<10)でRL=0.35、凝結部(10<N値<20)でRL=0.40となっている。

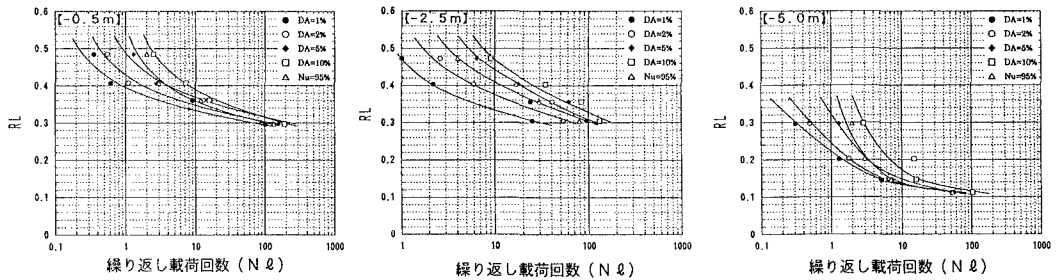


図-1 繰返しせん断応力比と繰返し回数

2.2 レーリー波探査結果

石炭灰埋立地盤において8箇所標準貫入試験、および、その近傍でレーリー波探査を実施した。レーリー波探査結果の深度分布の一例を図-2に示した。なお、レーリー波速度とS波速度は近似した値を示すことが知られている。図-3に実測N値とV_r(S波速度)との関係を示した。

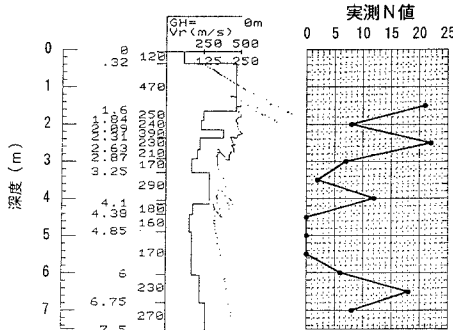


図-2 N値およびS波速度構造

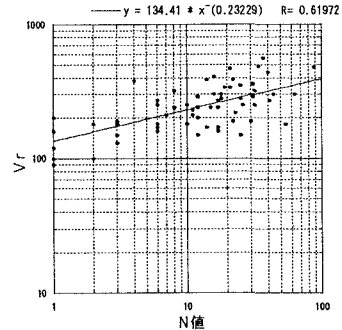


図-3 実測N値とS波速度の関係

Key words : 表面波、S波速度、N値、液状化強度

連絡先 : 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1 TEL 022-229-1151 FAX 022-229-8393

3. 液状化強度の比較検討

液状化試験において、砂の種類と拘束圧が異なると初期せん断剛性(G_0) から液状化強度を一義的に決定することは出来ない。そこで砂の種類と拘束圧が与える影響を補正するために正規化せん断剛性(G_n)を定義する。この正規化せん断剛性と液状化強度との間に比較的良好な対応関係があることが示されている。

$$G_0 = \rho_t \cdot V_s^2 / g \dots\dots\dots (1)$$

ここに G_0 :初期せん断剛性 (tf/m²)
 ρ_t :土の単位体積重量 (tf/m³)
 g :重力加速度 (m/s²)
 V_s :各深度のS波速度 (m/s)

$$G_n = G_0 \cdot \frac{(1+e_{min})}{(2.17-e_{min})^2} \cdot \frac{1}{(\sigma'_m)^n} \dots\dots (2)$$

ここに G_n :正規化せん断剛性 (tf/m²)
 e_{min} :土の最小間隙比 (=1.166)
 n :定数 (=0.5)
 σ'_m :試験時の拘束圧 (5.0 tf/m²)

上記結果の確認のため、凍結サンプリング法にて採取した良質不攪乱試料について繰返し三軸試験を実施し、液状化強度RL(液状化強度曲線の繰返し回数20回に対応する応力比)を求め、前述の2式より得られた正規化せん断剛性(G_n)と液状化強度(RL)の関係を図-4に示した。この正規化せん断剛性と液状化強度の関係図より、S波速度を用いて地震時の液状化強度を推定する。

図-5は、不攪乱試料採取地点の室内液状化試験結果RLとN値、S波速度より求めたRLを深度方向に示したものである。その結果、実験値およびS波速度より求めたRLは、N値から求めた値の1/2程度となっている。さらに、図-6に8箇所のレーリー波探査で得られたS波速度より求められたRL、および、N値(道路橋示方書)からの推定RLとの関係を示した。バラツキは下方に見られ、室内試験値およびS波速度より得られるRLは、N値をもとにしたRLの0.5倍程度の値になることが示された。

4. あとがき

今回の石炭灰埋立地盤のレーリー波探査による液状化強度の推定値は、データ数が少ないものの室内液状化試験による液状化強度と比較的良好な対応結果が得られているが、N値から推定した液状化強度の0.5倍程度となっている。石炭灰は砂質土と違い表-1に示すように密度、細粒分含有率、間隙比等が明らかに異質であること。また、水と反応し自己硬化する性質を持っているが、加水時間を多く取ると硬化作用が低下する特殊な性状を示すことが知られており、今後はこの辺の条件を加味しながらデータ数を増やし、当解析手法の検証を進めていきたい。

<参考文献> 1) 時松、奥山:レーリー波探査を用いた液状化強度予測、土と基礎、Vol. 38, No. 6, pp. 15~20, 1990. 2) 斎藤、山口、土谷、森本、岩崎:三成分コンクリートによる液状化強度、第23回土質工学会研究発表会, pp. 163~164, 1988. 3) 岡田、伊藤、浅田、佐藤:レーリー波探査による砂質地盤の液状化強度の推定、土木学会第53回年次学術講演会講演要録集、第3部(A), pp. 842~843, 1998.

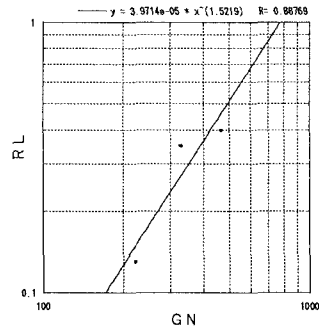


図-4 GnとRLの関係

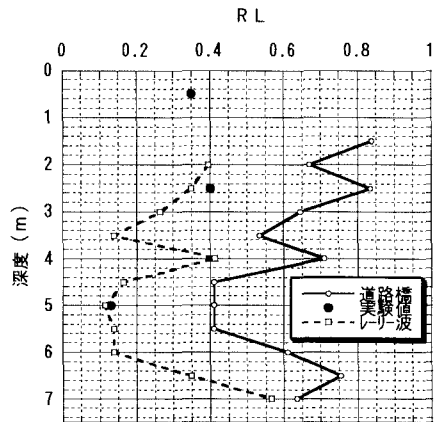


図-5 実験値、S波速度とN値の深度方向のRL

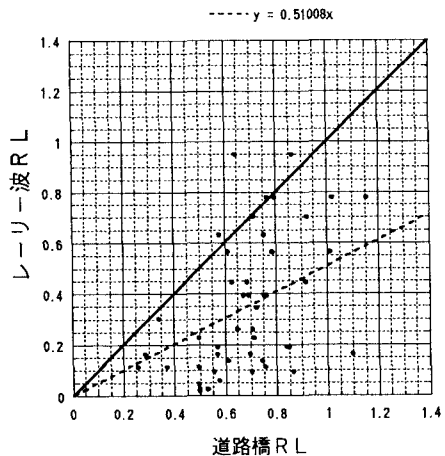


図-6 N値およびS波速度の液状化強度