

Ⅲ－A142

N値のばらつきを考慮した改良地盤の液状化強度評価に関する一考察

岐阜大学 工学部 学生員 船津 成人
 岐阜大学 工学部 正員 本城 勇介
 不動建設（株） 正員 原田 健二
 不動建設（株） 正員 深田 久

1 研究目的

本研究は、直下型のL2レベル地震動が襲ったポートアイランド、六甲アイランドの種々の埋め立て地盤（無処理地盤、SD：サンドドレーン、RC：ロッドコンパクション、SCP：サンドコンパクションバイル）のN値測定結果と、液状化被害の関係を説明する、N値のばらつきを考慮した最適の指標を見つけることを目的としている。このことを通じて、ばらつきをもって分布している地盤のN値の目標値を満足する割合と被害がどのような関係にあるのかを分析する。そして、N値のばらつきが液状化強度に与える影響を調べ、最終的には施工管理の方法に結び付けることを目的としている。

表－1 解析データの概要
 神戸ポートアイランド1期

ゾーン	改良	ボーリング数	N値データ数	沈下量データ数（段差測量）
1	無改良	5	72	4
3	無改良	24	263	5
	SD	20	186	13
4	無改良	3	48	5
6	無改良	2	20	0
7	無改良	3	47	0
	RC	14	207	1
8	無改良	4	41	1
9	無改良	2	31	0
	RC	2	30	1
10	無改良	9	121	3
	RC	19	228	1

六甲アイランド

ゾーン	改良	ボーリング数	N値データ数	沈下量データ数（段差測量）
1	無改良	10	79	4
	SD	10	88	4
2	無改良	33	423	2
	SD	45	649	15
3	無改良	8	134	0
5	無改良	5	71	1
6	無改良	2	34	2
	SD	13	142	0
7	SCP	2	34	1
8	SCP	11	108	1

SD:サンドドレーン
 RC:ロッドコンパクション
 SCP:サンドコンパクション

2. 解析方法

表－1に示すように、神戸ポートアイランド1期は

10個のゾーンに、六甲アイランドは8個のゾーンに分けられている。そしてそれぞれのゾーンに非改良、改良域を含んでいる。このようなデータを次に示す手順で解析する。

2.1 N値のばらつきの特徴の把握

N値のばらつきの特徴を把握するためには、改良地盤（SD、RC、SCP）について調べるためにゾーンごとに以下の順序で解析した。

① 解析は、N値と換算N値、またそれらが対数正規分布に近

い場合も考えられるので、N値の自然対数をとったもの、換算N値の自然対数をとったものについてそれぞれ回帰モデルをあてはめる。ここで、最尤法を用いることにより、モデルのパラメータを推定する。

② ①で求めたいくつかのモデルの中から情報量規準（AIC）により最適モデルを選択する。

③ ②の結果より、観測値はトレンド成分とランダム成分に分離される。そのランダム成分の自己相関関数の解析を行う。

2.2 液状化強度とN値のばらつきとの関係の解析

2.1の分析結果を踏まえ、液状化の程度について評価する指標として沈下量ととり、前章で選択された最適モデルとそのパラメータを使って、沈下量を最もうまく説明することのできる指標を検討する。そしてこれらの中から有力な指標を、抽出、提案する。

最適な指標の候補としては、次のようなものを仮定した。

- ・ 平均N値
- ・ 平均N値－標準偏差
- ・ 平均換算N値
- ・ 平均換算N値－標準偏差

また、沈下量のデータには、段差測量によるデータと、水準測量によるデータの両方を用いた。

3 解析結果と考察

3.1 N値のばらつきの特徴

①トレンド成分

ポートアイランドでは、傾きbの値がほとんどマイナスであった。その1つの例を図－1に示し、表－2にポートアイランドでのN値に関する各モデルごとのパラメータとAIC、ランダム成分の標準偏差を示した。これは、この地盤は深度が増すごとにN値（N1値、log(N値)、log(N1値)）がわずかながら減少していく傾向にあったためである。このようなことは、自然堆積地盤では考えにくいことで

あるが、ポートアイランドでは、表層にやや締め固まった層がありその下にこれより低いN値の層が見られるため、このような結果になった。N1値の方が、その傾向が強いことは、N値を拘束圧について補正したものであることから理解できる。

一方、六甲アイランドでは、傾きはほとんどの場合正である。

② ランダム成分

両人工島とも一部を除き明らかに自己相関係数はみられなかった(図3・2)。

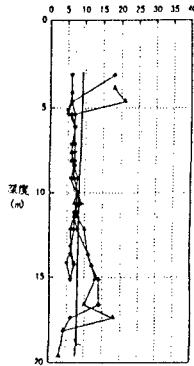


図-1 ポートアイランド
ゾーン1

表-2 ポートアイランドにおけるN値に関する各モデルごとのパラメータとAIC

地域番号	モデル	a	b	σ_z	AIC
1	0	7.820		3.015	365.260
	1	8.001	-0.028	2.960	364.610
	OL	1.990		3.083	368.440
	1L	2.007	-0.003	3.016	367.320
2(RC)	0	21.490		6.115	1242.210
	1	25.364	-0.301	5.555	1207.330
	OL	3.020		6.173	1245.820
	1L	3.249	-0.018	5.644	1213.400
6	0	6.850		4.116	194.690
	1	0.187	0.585	2.866	172.090
	OL	1.750		4.256	196.970
	1L	0.817	0.082	2.826	171.140
6a	0	13.510		8.704	1019.500
	1	9.758	0.381	8.107	1001.330
	OL	2.360		9.136	1033.260
	1L	1.908	0.045	8.650	1019.730

3.2 液状化強度とN値のばらつきの関係の解析結果と考察

沈下量はN値やN1値の平均値で支配されており、そのばらつきはほとんど影響を受けていないと考えられる。これは沈下量がN値やN1値の平均値一標準偏差よりも、平均値によってよりうまく説明されていることから分かる(図3・3)。また、N値やN1値のばらつきが大きいことが、沈下量のばらつきを大きくするという事は、認められない。

4 結論

- ① 非改良、改良どちらの地盤においても、沈下量はN値やN1値のばらつきの大きさに関係はなく、N値やN1値の平均値により支配される。これらの値が20以下で大きな沈下量が発生していると思われる。
- ② N値やN1値のばらつきが大きいからといって、沈下量のばらつきが大きくなるということとはなかった。
- ③ N値やN1値の自己相関係数は極めて低い。これが地盤沈下がN値やN1値の平均値でよりよく説明できる原因である可能性がある。
- ④ SCPでは、平均N値が20以下でも沈下が全く見られない。これは、N値が抗間が計測されたものであることも一因であると思われる。またRC改良

地盤の沈下もなかった。

⑤SD(サンドドレーン)改良地盤は、N値も低くある程度のちんかも発生した。粗く言ってその程度は無処理地盤のN値と沈下量の関係から外挿される程度であった。

<参考文献>

- 松尾修ら(1997年7月): レベル2地震動における改良地盤の評価に関する実証的研究、第24回地震工学研究発表会講演文集 p.273~276
鈴木義一郎(1994): 情報量規準による統計解析入門 講談社

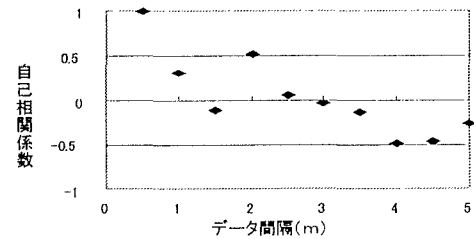


図-2 (a) ポートアイランド ゾーン1 自己相関関数

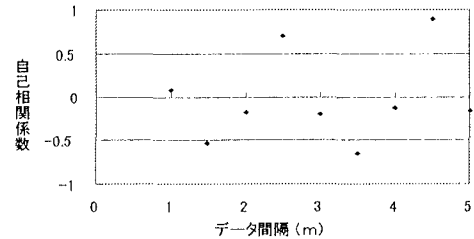


図-2 (b) 六甲アイランド ゾーン2 (SD) 自己相関関数

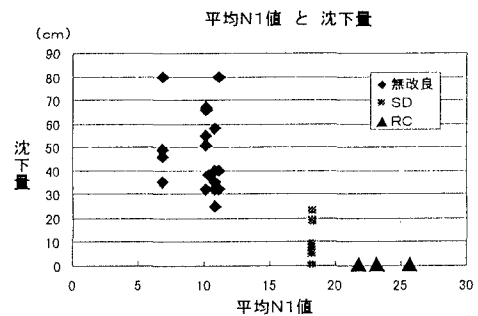


図-3 (a) ポートアイランド 段差測量

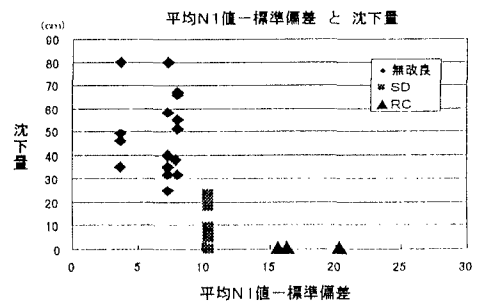


図-3 (b) ポートアイランド 段差測量