

阪神地域における液状化判定のための土質定数

東京大学生産技術研究所 正会員 ○若松 加寿江
飛鳥建設(株)技術研究所 正会員 沼田 淳紀

1. はじめに

F_L 値を用いた簡易液状化判定を行う場合、動的せん断強度比の推定に必要な細粒分含有率、平均粒径、密度などの土質定数を、ボーリング柱状図に示されている土質名から推定することがよく行われている。この場合、判定結果は、各々の土質定数が適切に評価されたか否かに大きく依存する。本研究では、阪神地域における簡易液状化判定を少しでも精度よく行うために、阪神高速道路沿いに実施された地盤調査資料を用いて、柱状図に示されている土質名ごとに各土質定数の平均値求め、これに基づき液状化判定に必要な土質定数の標準値を提案した。

2. 使用した地盤データの概要と整理方法

使用した地盤データは、阪神高速3号神戸線と5号湾岸線沿いに実施された合計72地点のボーリング調査と土質試験データ¹⁾である(表1)。この中から、液状化判定の対象となる深度20m以浅の沖積地盤および埋立地盤から採取された合計536個の試料に対する試験結果を抽出した。その際、一つの試料の採取深度が複数の土層にまたがる場合など、土質試験結果と土質名が1対1で対応しないデータは除外した。

表1 使用した地盤データ

	3号神戸線	5号湾岸線
ボーリング調査地点の数	28 地点	44 地点
実施区間	神戸市須磨区月見山～西宮市武庫川沿岸 (大阪湾岸沖積低地を通過)	神戸市六甲アイランド～大阪市天保山 (埋立地を通過)
実施年月日	1995 年 10 月	1995 年 3 月～8 月
深度 20m 以浅の試料数	248	288

粒度試験結果(FC、 D_{60})と密度 ρ_t をボーリング柱状図に記載されている土質名別に整理し、3号神戸線と5号湾岸線それぞれについて、土質ごとの平均値 μ および標準偏差 σ を求めた。その結果、大阪湾沿岸の沖積低地を通る3号神戸線と埋立地を通る5号湾岸線のデータの間には、土質名が同一であれば顕著な差異は認められなかったため、両路線のデータを合わせて取り扱うことにした。また、土質名は異なっても、粒度組成が似ている土質はひとくくりにし、最終的には表2に示す13の土質グループに分類し、粗粒土→細粒土の順に土質番号を付した。

3. 液状化判定に必要な土質定数の平均値

1) 細粒分含有率: 図1に前述の13土質グループに対する細粒分含有率FCの平均値 μ および標準偏差 σ の幅を示す。FCは土質番号が大きくなる(細粒土)ほど大きくなっており σ の幅も概ね同じである。唯一No.5の粗砂のみばらつきが他より大きく、 μ はこれより細粒であるNo.6の砂より大きくなっている。これは粗砂の試料数が8個と少なかったことが影響していると考えられる。図には、比較のために文献2)および3)による阪神地域と全国的な代表値をそれぞれ示す。本研究で用いたデータの平均値は前者と概ね一致するが、後者との間には若干の開きが認められる。

2) 平均粒径: 液状化判定に必要な粒径は、平均粒径 D_{50} であるが、本研究で使った土質データには D_{60} の値しか記載されていなかったため、 D_{60} の平均値 μ および標準偏差 σ を求めた。その結果を図2に示す。 μ は土質番号が大きくなるほど小さくなっており、 σ の幅も概ね同じである

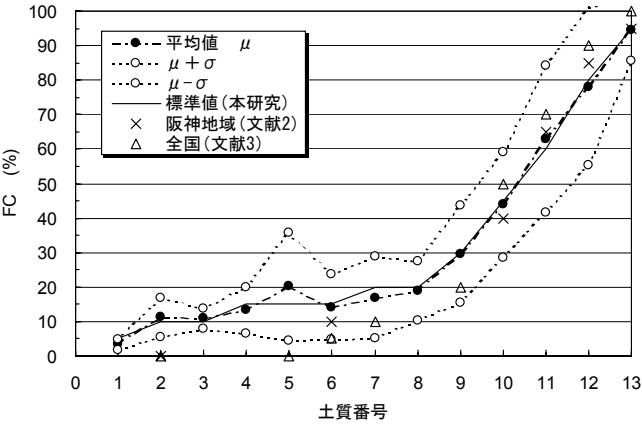


図1 土質ごとの細粒分含有率 FC

キーワード: 液状化, 液状化判定, 土質定数, 細粒分含有率, 平均粒径
連絡先: 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 TEL: 03-5452-6388, FAX: 03-5452-6389

が、No.8のシルト混じり砂礫・粘土混じり砂礫の μ が極端に大きくなっている。これは砂礫の粒径が大きく影響したためと考えられる。また、図には、 D_{60} の平均値を割り引いて求めた D_{50} 換算値、文献2)および3)による D_{50} 代表値を示す。本研究による D_{50} 換算値は、図1同様、前者と概ね一致している。

3) 密度：使用した土質データのうち、密度 ρ_t が求められている不攪乱試料のデータは88個と少ない。FCおよび D_{60} と同様な方法で整理すると、図3のようになる。大局的には、細粒分の多い土ほど μ は小さくなっているが、データ数の少なさを反映して幾分ばらつきが認められる。

4. 阪神地域における土質定数の標準値

以上の各土質定数の平均値に基づき、阪神地域における液状化判定のための標準値を設定した。その結果を、図1～図3および表2にまとめて示す。各値が土質番号順に滑らかに変化するように調整し、密度 ρ_t については、特にデータ数の少ない部分で既往の値²⁾³⁾を重視した。また、地下水位以浅の ρ_t は、本研究で使ったデータからは得られなかったため、地下水位以深の ρ_t の値から約1割引き引いて求めた。

5. まとめ

阪神高速道路沿いに実施された地盤調査結果を用いて、阪神地域の深度20m以浅の沖積地盤および埋立地盤の細粒分含有率、平均粒径、密度をボーリング柱状図に記載された土質名ごとに整理し、各土質定数の平均値と標準偏差を求めた。これに基づき、液状化判定に用いる土質定数の標準値を土質ごとに設定した。

謝辞 本研究は、土木学会地震工学委員会「レベル2地震動による液状化研究小委員会(委員長：國生剛治 中央大学教授)」のワーキングの一環として実施したものである。貴重なご助言を頂いた安田進副委員長および地盤データの使用に際し便宜を計らって頂いた阪神高速道路公団の足立幸郎氏および稲垣太浩委員に謝意を表する次第である。

表2 阪神地域における土質定数の標準値

No.	ボーリング柱状図に記載されている土質名	地下水位以深の 密度 ρ_t (g/cm ³)	地下水位以浅の 密度 ρ_t (g/cm ³)	平均粒径 D_{50} (mm)	細粒分含有率 FC (%)
1	玉石	2.1	1.9	5	5
2	玉石混じり礫、玉石混じり砂礫、礫、砂礫	2.1	1.9	2	10
3	礫混じり粗砂	2.1	1.9	1	10
4	礫混じり砂、礫混じり中砂、礫混じりシルト	1.95	1.75	1	15
5	粗砂	1.9	1.7	0.5	15
6	砂	1.9	1.7	0.3	15
7	細砂、微細砂	1.9	1.7	0.3	20
8	シルト混じり砂礫、粘土混じり砂礫	1.9	1.7	1.5	20
9	シルト混じり砂、シルト混じり細砂、粘土混じり砂、粘土質砂	1.9	1.7	0.2	30
10	シルト質砂、シルト質細砂、シルト質粗砂	1.85	1.65	0.15	45
11	礫混じりシルト、砂混じりシルト、砂質シルト、砂質粘土、砂混じり粘土	1.75	1.55	0.05	60
12	シルト	1.7	1.5	0.02	80
13	シルト質粘土、粘土、粘性土	1.6	1.5	0.005	95

参考文献 1) 阪神高速道路公団：阪神高速道路地質資料、3号神戸線、5号湾岸線 震災復旧編、1997。
2) 関西地盤情報活用協議会地盤研究委員会：新関西地盤、1998。 3) 地盤工学会：液状化対策の調査・設計から施工まで、1993。

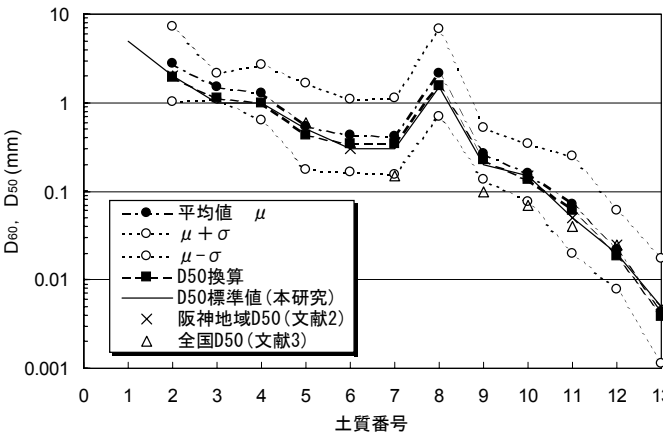


図2 土質ごとの60%粒径 D_{60} および平均粒径 D_{50}

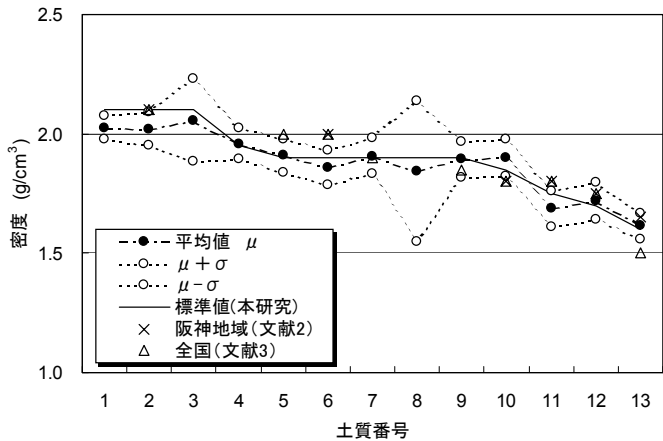


図3 土質ごとの密度 ρ_t