

首都圏地盤における液状化強度の推定精度向上に関する検討

基礎地盤コンサルタンツ(株) ○正)森本 巖 亀井 祐聡*
東京電機大学 理工学部 正)安田進**
東京ガス(株) 正)清水 善久 正)小金丸 健一 正)中山 渉***

1. はじめに

F_L 法に基づく液状化判定を行う場合、通常はボーリング柱状図と粒度試験データから判定を行う。粒度データが無い場合には、既存の土質名毎の代表値等で代用することがよく行われる。しかし、柱状図に記載される土質名は通常目視による判断で行われることが多く、土質名とその土質の粒度特性との対応は必ずしも良くない。そこで本研究では、東京低地を中心とした首都圏地盤で実施された粒度試験結果を分析し、上部有楽町層の N 値と細粒分含有率 FC の関係を調べ、 N 値から FC を推定する方法について検討した。さらに液状化試験結果を用いて、首都圏の低地地盤における砂質土の細粒分が液状化強度に及ぼす影響についても検討を行った。

2. 上部有楽町層の N 値と細粒分含有率の関係

首都圏地盤のデータを用いて N 値と細粒分含有率 FC との関係について検討した。使用したデータは河川流域沿いの主に自然堤防地帯に属するものとし、対象とする土層は上部有楽町層と呼ばれる沖積の砂質土層とシルト質土層に限定した(データ数 59)。図-1 にその結果を示す。かなりバラツキは多いものの、 N 値が大きいほど FC は小さいという関係を示している。結果として、有楽町層の砂層は N 値が大きいものはきれいな砂で、逆に N 値が小さいものは細粒分が多い砂であることが多いということが分かった。そしてこのような上部有楽町層の N 値と細粒分含有率 FC の関係を下式に示すような曲線で表現した。

$$FC = 916 / (N + 9.21) - 29.5 \rightarrow (N < 14) \\ = 10 \rightarrow (N \geq 14)$$

また同図には、東京都土木技術研究所による東京低地部の各土質名毎の細粒分含有率 FC の代表値を示した¹⁾。シルト質のデータについては砂層のすぐ下位に位置するデータを取り出しているため、代表値との対応はそれほど良くないが、砂質土については良い対応を示しているようである。図に示すように液状化判定に大きな影響を及ぼす可能性のあるシルト質砂や砂質シルトといった土質は、含まれる細粒分の分布範囲が非常に大きい。特にシルト質砂は細粒分の点からみれば、細砂に属したり、砂質シルトに属したりするようである。上部有楽町層のこのような砂については、物理的意味合いの薄い土質名から細粒分含有率を一律に設定するよりも、 N 値を考慮して細粒分含有率を設定することが合理的であると思われる。

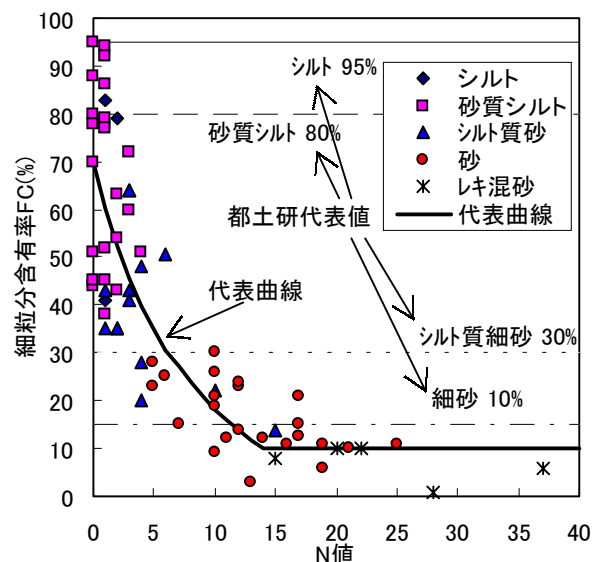


図-1 細粒分と N 値の関係と既存代表値の比較

キーワード：首都圏地盤、有楽町層、細粒分含有率、液状化強度

連絡先： *〒102-8220 千代田区九段北 1-11-5 TEL 03-5276-6738 FAX 03-5210-9405

**〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911(内 2706) FAX 0492-96-6501

***〒105-8527 港区海岸 1-5-20 TEL 03-5400-7620 FAX 03-3433-8918

3. 細粒分含有率が液状化強度に及ぼす影響

上部有楽町層で採取された不攪乱試料の繰返し三軸試験結果(データ数 47)を用いて、細粒分含有率 FC と液状化強度 R_L の関係について検討した。

道路橋示方書(H.8)²⁾に示されている次式を用いて、実際の液状化強度 R_L (繰返し回数 20 回、両振幅ひずみ 5%)から N_a を逆算した。なお道路橋では FC を N 値の増分として考慮するため、 N_a は N_1 値と FC の関数となっている($N_a = C_1 \cdot N_1 + C_2$ 、ただし $C_1 \cdot C_2$ は FC の関数)。

$$R_L = 0.0882\sqrt{N_a/1.7} \quad \cdots N_a < 14$$

$$= 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \times (N_a - 14)^{4.5} \quad \cdots 14 \leq N_a$$

逆算した N 値= N_a から原位置の N 値= N_1 を差し引いた値(= ΔN)と FC の関係を図-2 に示す。この図から、細粒分による液状化強度の増分をみることができる。細粒分が少ないきれいな砂では当然 ΔN は小さく、細粒分が多い砂ほど ΔN は大きくなっている。特に FC が 30%程度までは細粒分に敏感に強度が増加するようである。そこで次のような関数をあてはめ、上部有楽町層における細粒分の補正関数とした。

$$N_a = N_1 + \Delta N$$

$$\Delta N = 0 \quad \cdots FC < 6\%$$

$$= 21.76 \times \log_{10}(FC) - 16 \quad \cdots 6\% \leq FC < 40\%$$

図-3 にはオリジナルの道路橋式を用いて推定した結果を、図-4 には上部有楽町層の細粒分補正関数を用いて推定した結果を示す。このように、道路橋式では細粒分が多くなるほど推定値が試験結果を下回る傾向にあるが、首都圏地盤用の細粒分補正関数を用いた推定では細粒分によらず約±0.1 の精度で推定することができている。

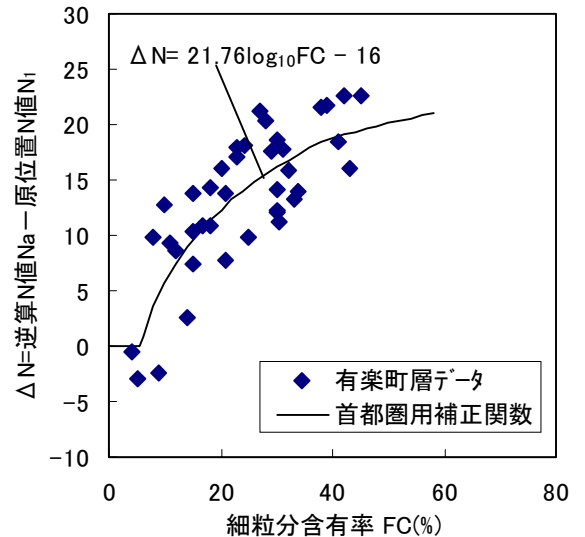


図-2 細粒分含有率と ΔN の関係

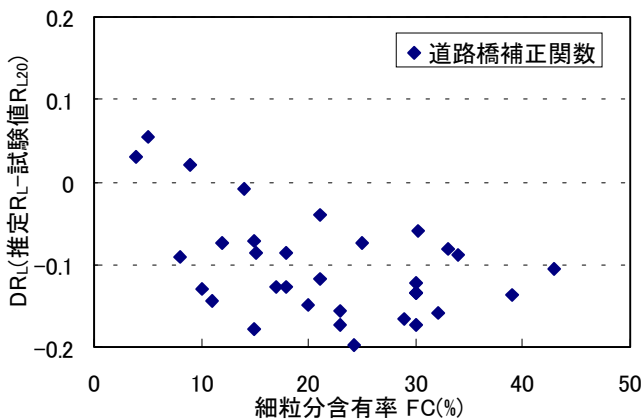


図-3 道路橋式による強度推定

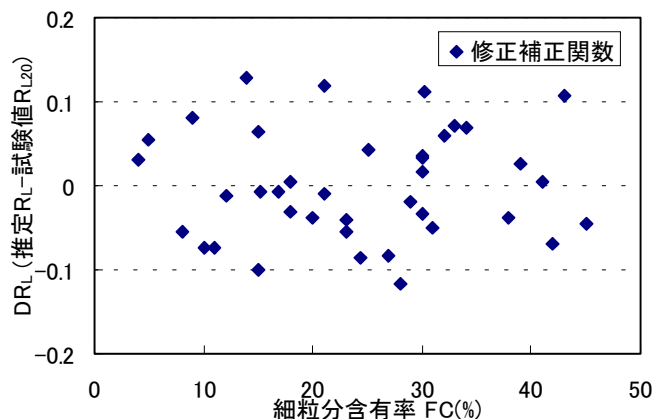


図-4 本検討の細粒分補正関数を用いた強度推定

4. まとめ

首都圏地盤低地部における砂質土やシルト質土の粒度試験結果から、上部有楽町層の N 値と細粒分含有率 FC との関係式を定め、また FC が液状化強度に及ぼす影響について検討し、新たに上部有楽町層の細粒分補正関数を設定した。これにより従来の予測式に比べて液状化強度の予測精度を向上することができた。ただし今回の検討では主に沖積の浅い地盤のデータに限定して検討を行ったため、今後は埋土層などより広い範囲の土質に対する適用性について検討を行っていききたい。

【参考文献】

- 1) 東京都土木技術研究所, 東京低地の液状化予測, 1987.
- 2) 社)日本道路協会, 道路橋示方書・同解説, 1996.