

洪積砂地盤の液状化強度に関する検討

鉄道総合技術研究所	正会員	○澤田 亮
同 上	正会員	川西 智浩
東海旅客鉄道	正会員	大木 基裕

1. 目的

液状化の影響を考慮した構造物の耐震性能評価の深度化においては、液状化の可能性およびその程度を精度よく予測することが極めて重要となる。これは、液状化した地盤条件での構造物の挙動を推定する際、支持力に影響する土質諸定数の液状化による低減が最も影響を及ぼす要因となるからである。ここで、液状化による土質諸定数の低減は、液状化の程度と関連付けられており、現行の耐震標準¹⁾ではこの液状化程度の指標として液状化の可能性を判定する際に適用している液状化抵抗率を用いている。

液状化抵抗率は、室内土質試験あるいは原位置試験から求められる地盤の液状化強度比と地震応答解析結果または地表面最大加速度から求められる地震時せん断応力比を比較して得られるもので、地盤の液状化に対する安全率と位置付けられる。この値に応じて液状化の可能性および程度を判断するもので、地盤特性と地震動特性を定量的に評価して地盤の液状化危険度等を予測する最も一般的な手法である。ここで、上述した耐震標準においては、液状化強度比は N 値から経験的に推定することとなっている。これは、土の繰返し非排水三軸試験が高価なことや、液状化強度比が相対密度との関連性が強く、また相対密度が N 値と関係が深いことを利用して簡易的に推定できることによっている。

しかし、近年においては想定する地震規模が大きくなったことや地震外力の推定精度の深度化により、これまで液状化に対して安全性が高いと考えられていた堆積年代の古い洪積砂地盤などにおいても液状化の可能性が指摘される場合が多くなってきているが、洪積砂地盤においては過度に安全側の評価を行っていることが少なくない。洪積砂地盤においては、過去の事例や本来の土が持っている強度特性を考慮した場合、 N 値から経験的に液状化強度比を推定した場合、妥当な判定結果を与えているとは言い難いのが実状である。

そこで、液状化判定法の精度を向上するため、洪積砂地盤の液状化強度特性について室内土質試験結果に基づき検討した。

2. 洪積砂地盤の液状化強度

図1は液状化強度比の繰返しせん断強度比 R (試験) と耐震標準の推定式より求めた R (標準) の比 (以下簡単のため R/R 値) を、基準化 N 値 (N_1 値)、相対密度 (D_r)、細粒分含有率 (F_c) と比較したものである。この3つの物性値はいずれも耐震標準において液状化強度比を N 値から推定する際の経験式に用いられているパラメータである。ここで、今回の検討には不攪乱試料による試験結果²⁾を用いているが、細粒分が全体的に少ない試料が中心で、特に沖積砂層では数%レベルである。

これによれば、 N_1 値 $\sim R/R$ 関係では、 N_1 値が10付近での R/R 値は1.0程度にやや集中しているが、全体の傾向は明確ではない。また、個々に評価した場合、沖積層に関しては N_1 値が25では発散気味になっている。これは、 N 値が25程度以上では液状化した事例がほとんどなく、 N 値が25程度で液状化の発生する限界であることが推定される。一方、洪積層に関しては、 N_1 値が5~10程度で R/R 値は極端に大きな値を示している。このことは、年代効果の影響により液状化に対する抵抗が大きいことを示唆している。

また、 $D_r \sim R/R$ 関係では、全体的に右上がりの傾向を示しており、 D_r が80%程度以上で発散気味の傾向

キーワード 洪積砂地盤、液状化強度、細粒分含有率、室内土質試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

となっており，沖積層と洪積層の違いによる大きな差はない．ここで， D_r が 80%程度で発散する傾向に関しても耐震標準に示されている N 値と D_r の関係式によれば， N 値が 25 のときに D_r が 84.4%となり，上述した液状化が発生する限界と推定されるためと考えられる．

次に， $F_c \sim R/R$ 関係では，若干洪積層と，沖積層で分布形状が異なる．細粒分含有率が増加することに伴い，洪積層の R/R 値が大きくなる傾向が確認される．この結果を踏まえて以降では細粒分含有率と堆積年代の影響について考察する．

図2より工学的土質分類における細粒分含有率の閾値により試料を区分し，年代効果と液状化強度の増加率の関係について考察した．その結果，片対数軸上に線形関係があり，細粒分含有率の増加に伴い，近似曲線の傾きが大きくなることを把握した．この近似曲線の傾きは， F_c が 25%～35%程度の場合が最も大きいことがわかる．しかし，逆に F_c が 60%程度に細粒分含有率が増加した場合には傾きは減少する傾向にあることがわかる．これは，細粒分含有率が F_c が 40%以上の場合は，粘性土としての性状を示し，元来から液状化に対する抵抗が大きく，堆積年代に対する感度が小さいためと考えられる．

3．まとめ

洪積砂地盤における液状化に対する地盤の抵抗程度を示す液状化強度比の評価方法について検討を実施した．その結果，年代効果により液状化に対する抵抗は強くなり，その影響は細粒分含有率との関係が大きいことを把握したことで，洪積砂地盤の液状化判定精度の向上を図れることの目的を得た．

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準同解説（耐震設計），丸善株式会社，平成 11 年 10 月
- 2) 建設省土木研究所：室内土質試験に基づく液状化強度-細粒分含有量の影響-，土木研究所資料，昭和 63 年 2 月

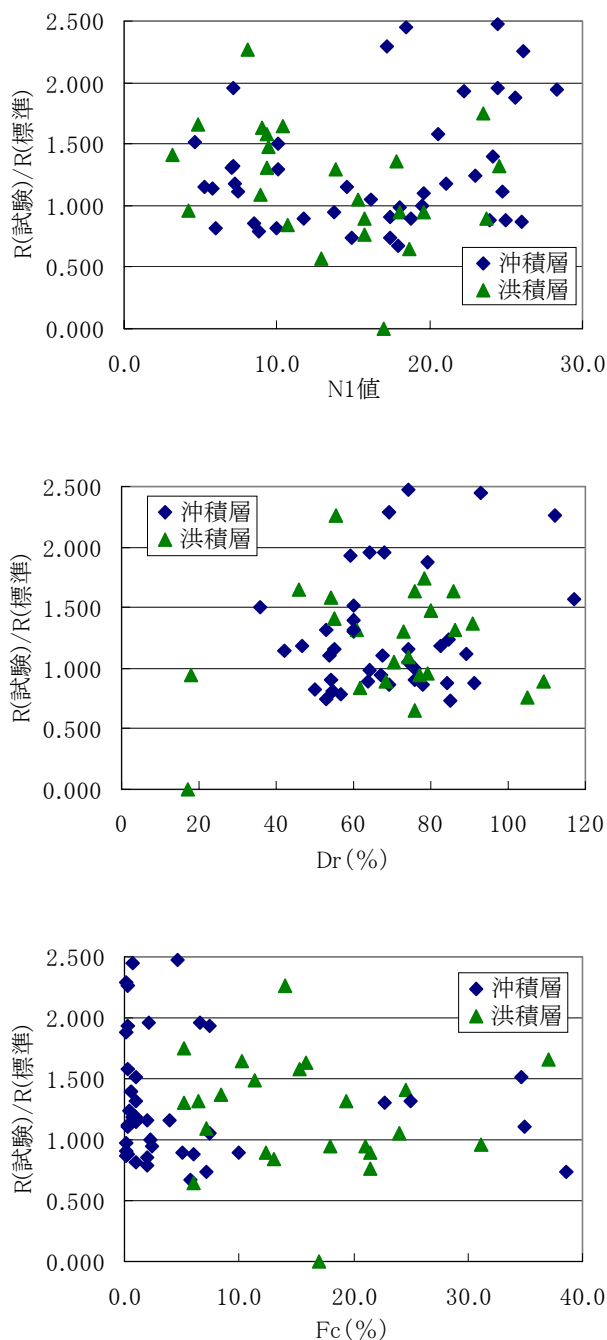


図1 各種パラメータと R/R 値の関係

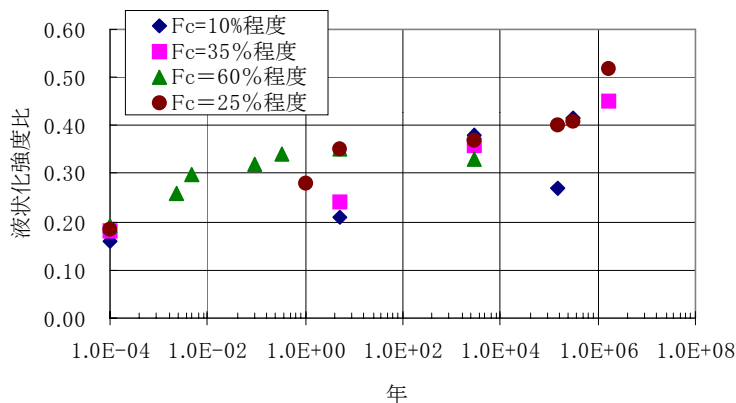


図2 年代効果と液状化強度の増加率の関係