

土構造物の液状化被害程度把握に関する検討（その1）

東海旅客鉄道(株)	正会員	阿知波 秀彦
同 上	正会員	長縄 卓夫
同 上		町田 文昭
基礎地盤コンサルタンツ(株)	正会員	森本 巖
同 上	正会員	山本 裕司

1. はじめに

盛土の液状化被害程度を把握するための指標として盛土沈下量があり、支持地盤の液状化の危険度を把握する指標として液状化指数（以降 PL 値）がある。この2つの指標の関係を把握し、支持地盤の液状化による盛土の被害程度を簡易的に把握する方法を検討したので報告する。その1では、PL 値算出式中の液状化程度の重み関数を、支持地盤の液状化による盛土沈下量との関係から検討した。

2. PL 値算出式

液状化抵抗率（以降 FL 値）から PL 値を算出する現行の算出式は、文献1)より式(1)で表される。

$$P_L = \int_0^H (1 - F_L) w dz, \quad w = 10 - 0.5z \quad \dots\dots (1)$$

w: 液状化抵抗率の深さ方向の重み関数  
 H: 液状化の判定を行なう表層地盤の厚さで H < 20m  
 z: 地表面からの深さ(m)

式(1)における 1 - FL 部を、本検討では液状化程度の重み関数（影響関数）と称する。

PL 値と盛土沈下量との関係をより正確に捉えるためには、PL 値算出式中の液状化程度の重み関数を、より盛土沈下量を考慮した関数としなくてはならない。そこで液状化程度の重みを表す様々なパターンの関数により PL 値を算出し、支持地盤の液状化による盛土沈下量との相関係数を判断指標として検討を進めた。

3. 液状化事例収集

検討には、土質定数、最大加速度、盛土の変形量等が明瞭である振動台実験による液状化事例を用いた。振動台実験事例は正弦波加振で遠心場と 1G 場を収集した。事例は N 値が明瞭でないため、FL 値の算出は以下の式(2)とした。

$$F_L = \frac{R}{L} = \frac{0.0042 Dr^{1+2K_0}}{3(1 - 0.015z)(\alpha_{max}/g)(\sigma_v/\sigma'_v)} \quad \dots\dots (2)$$

R: 液状化強度比, L: 最大せん断応力比  
 Dr: 相対密度(%), z: 検討する深度(m)  
 $\alpha_{max}$ : 振動台への入力加速度(gal)  
 g: 重力加速度( 980gal),  $K_0$ : 静止土圧係数(≈0.5)  
 $\sigma_v$ : 全上載圧(kN/m<sup>2</sup>),  $\sigma'_v$ : 有効上載圧(kN/m<sup>2</sup>)

式(2)により FL 値を算出した後、式(1)により PL 値を算出した。図1に PL 値と盛土沈下量の関係を示す。図1より、遠心場は PL 値と盛土沈下量の関係に右上がりの傾向がみられるが、1G 場ではデータが密集し、傾向を捉えることができない。これは 1G 場では、液状化層厚が数 10cm 程度しか存在せず、PL 値が結果として小さく算出されること、また、盛土高さも 10 数 cm 程度のため、絶対的な沈下量が小さ

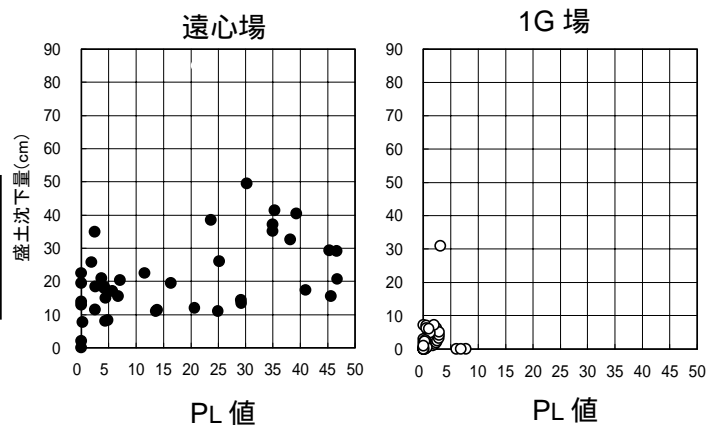


図1 遠心場と 1G 場における PL 値と盛土沈下量の関係

キーワード：液状化指数(PL 値), 液状化抵抗率(FL 値), 遠心振動台実験

連絡先：〒454-0815 愛知県名古屋市中川区長良町 1-1 TEL 052-363-7924 FAX 052-369-1501

くなるためである。そこで本検討に使用する事例は、遠心場の振動台実験事例を用いることとする（表1）

表1 遠心振動台実験事例

文献名	著者	年度	事例数
砂地盤の斜面の安定に関する遠心力振動台実験 <sup>2)</sup>	永吉 他	1994	1
液状化性地盤上の盛土の地震時挙動の数値シミュレーション <sup>3)</sup>	松尾 他	1997	3
盛土のある地盤の液状化時の挙動に関する実験的検討 <sup>4)</sup>	建設省 土研	1994	33
計			37

4. 検討内容

収集した遠心実験事例から PL 値を算出する際の影響関数は、式(1)（表2中）以外に表2に示す関数を用いた。これらは過剰間隙水圧比と FL 値の関係曲線などから独自に考えたものである。実験事例の盛土沈下量、盛土沈下量 / 盛土高、盛土沈下量 / 液状化層厚の各値と PL 値との相関を比較した。以降は、最も相関のみられた盛土沈下量 / 盛土高の結果のみ記載する。

5. 検討結果

表3に、影響関数の各パターンで算出した遠心実験事例での PL 値と盛土沈下量 / 盛土高との相関係数を示す。

この結果、 $\cosh(FL)^{-10}$  による算出式が最も良い相関が得られた。図2に示すように、 $\cosh(FL)^{-10}$  は  $1-FL$  と比較し、滑らかな曲線であり、FL 値が 0.6 程度を下回ると急激に液状化程度が大きくなる曲線である。

図3に  $\cosh(FL)^{-10}$  で算出した PL 値と盛土沈下量 / 盛土高の関係の結果を示す。

6. おわりに

本検討により PL 値算出式の影響関数で、盛土沈下量との相関が高い関数として  $\cosh(FL)^{-10}$  が得られた。しかし、今回収集された事例の特性が相関係数に影響を与えていると考えられ、検討の更なる深度化の余地がある。

《謝辞》この検討にあたり、貴重なご意見をいただいた 東京大学 龍岡文夫教授、(財) 鉄道総合技術研究所 館山勝氏に謝意を表します。

表2 今回検討を行なった影響関数

直線型	$1-FL$	$1.5-FL$	$1.25-FL$	$1-(2/3)FL$
cosh 型	$\cosh(FL)^{-3}$	$\cosh(FL)^{-5}$	$\cosh(FL)^{-8}$	$\cosh(FL)^{-10}$
3次関数型	$0.32(FL)^3 - 0.9333(FL)^2 + 0.01333(FL) + 1$			
複合型	$FL \ 0.25 : 1, 0.25 < FL \ 1.3 : 1.2-0.8FL$ $1.3 < FL : (FL)^7$ $FL \ 0.46 : 1, 0.46 < FL \ 1.25 : 1.46-FL$ $1.25 < FL : (FL)^7$			

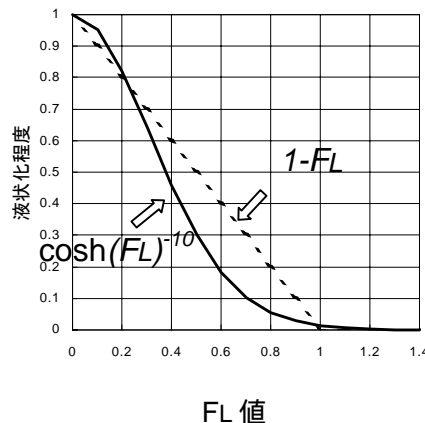


図2 液状化程度と FL 値の関係

表3 相関係数一覧

関数番号	相関係数 R
	0.722
	0.470
	0.684
	0.662
	0.686
	0.732
	0.758
	0.764
	0.617
	0.656
	0.518

関数番号は表2での関数番号を示す

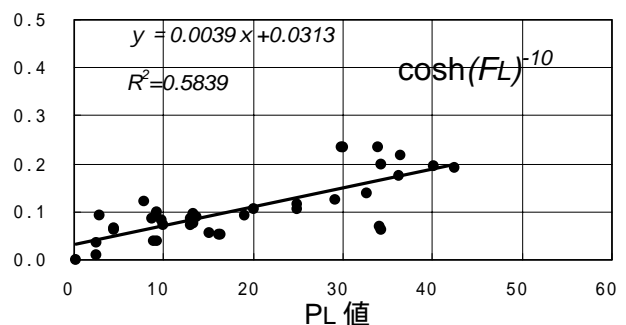


図3 PL 値と盛土天端沈下量 / 盛土高の関係

(参考文献) 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, pp.55-59, 1999 2) 永吉・風間・稲富: 砂地盤の斜面の安定に関する遠心力振動台実験, 第9回日本地震工学シンポジウム, pp.883-888, 1994 3) 松尾・西・渦岡: 液状化性地盤上の盛土の地震時挙動の数値シミュレーション, 第24回地震工学研究発表会, pp.521-524, 1997 4) 盛土のある地盤の液状化時の挙動に関する実験的検討, 土木研究所資料 第3264号, 1994