

軟弱地盤における大規模地震時の橋台背面段差対策

中央コンサルタンツ(株) 正会員 ○谷口泰一 正会員 加藤 肇
竹内 禎 東山泰治

1. はじめに

大規模地震時において、液状化地盤上の盛土では沈下が発生し、橋台背面部に段差が生じて通行障害が発生、あるいは通行が不能となることが想定される。重要な幹線道路等においては、このような事態においても早期の道路啓開のため、対策が求められるものである。

段差対策を検討する上で、橋台の背面に生じる段差量を予測することが必要となる。大規模地震時において液状化に起因する地盤の変形の予測手法については、FEMによる解析が挙げられる。しかし、FEMは解析に要する時間やコストが大きくなり、実務において数多くの橋梁について検討する手法としては、効率性の面から適切とは言えない。

従来より、液状化地盤における沈下量の予測手法としては、液状化指数 P_L 値を用いた手法が提唱されてきた。この手法は、盛土高や地盤条件をパラメータとして算出される P_L 値と沈下率(沈下量 δ / 盛土高 H) の間にある比較的高い相関関係を利用して、盛土の沈下量を求める手法である。本手法は、入力項目や計算手法として比較的簡易であり、実務での使用に十分耐えうるものと考えられる。しかし、本手法を実務に適用し沈下量を算定した事例は少なく、 P_L 値に与えるパラメータとして何の影響が大きいかなど、適用に際しての基本的な知見についても見当たるものは少ない。実務において本手法を使用していくためには、端緒として P_L 値と相関の高いパラメータをあらかじめ把握することが重要であると考えられる。

よって本稿では、 P_L 値に与える影響の大きいパラメータの特定を目的として、実橋 37 橋において P_L 値を用いた沈下予測を行ったケースを利用し、 P_L 値と各パラメータとの相関を検証した。

2. P_L 値法の概要と検証方法

P_L 値は、深さ 20m までの液状化に対する抵抗率(以下、 F_L) を 1 から引いた値($F=1-F_L$)に重み付けをして合計した値である。 F_L は、道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編¹⁾の式 (8.2.1) ~ (8.2.5) により算出した値である。

$$PL = \int_0^{20} F \cdot w(x) dx$$

$$F=1-F_L$$

$$F_L=R/L \quad \text{道示 V (8.2.1)}$$

$$R=cwR_L \quad \text{道示 V (8.2.2)}$$

$$L=r_d k_{hg} L \delta_v / \delta_v' \quad \text{道示 V (8.2.3)}$$

$$r_d=1.0-0.015x \quad \text{道示 V (8.2.4)}$$

$$k_{hg} L=c_z k_{hg} L_0 \quad \text{道示 V (8.2.5)}$$

式に示されるとおり、 P_L 値を算出するための F 値の算出には、上載圧や層厚、土の単位体積重量がパラメータとなる。また、式中の R_L (繰返し三軸強度比)の算出に際しては、 N 値や細粒分含有率がパラメータとなる。式中の F_L は、該当の地層が液状化するか否かを判定するための指標となる数値である。

今回の検証においては、上載圧に影響が大きい要素としての盛土高、砂層における平均 N 値、液状化層の層厚のパラメータについて、相関を検証した。盛土高については 37 橋ごとに、盛土高のパラメータが入らない沈下量 δ との相関について検証した。平均 N 値、液状化層厚については、地質調査ごとに検証を行い、後述するように、盛土高と沈下量の相関が弱いことから、 P_L 値との相関を検証した。

3. 沈下量と各パラメータとの相関

3-1 沈下量と盛土高との相関

図1、2に、盛土高と沈下量の相関を示す。相関係数は0.3程度であり、弱い相関と判定される。

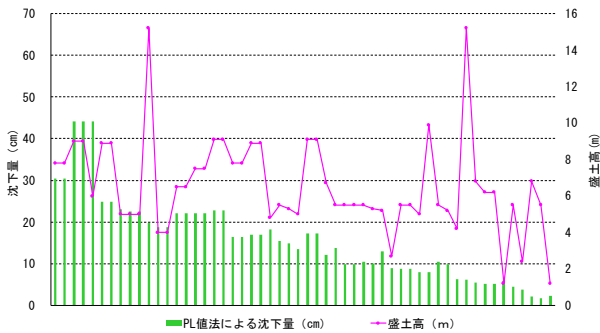


図1 沈下量と盛土高の関係

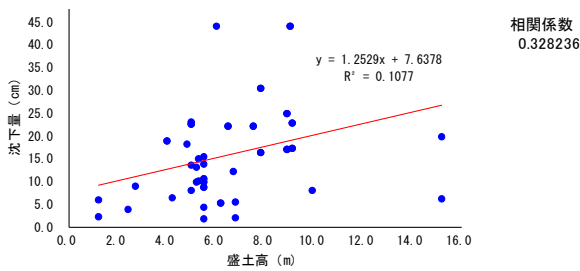


図2 沈下量と盛土高の相関

3-2 砂層平均N値とPL値の相関

図3、4に砂層平均N値とPL値の相関を示す。砂層平均N値とPL値の相関係数は0.8程度の強い負の相関であり、N値が高いほどPL値が小さくなる。

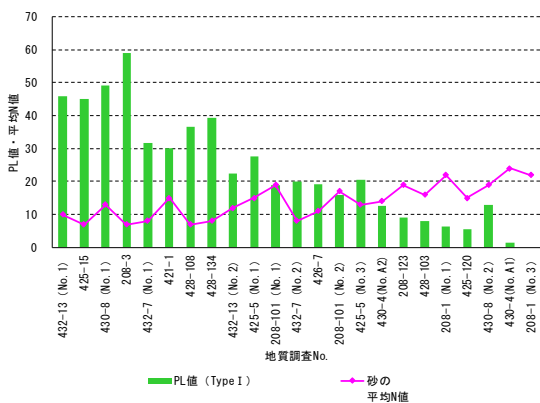


図3 砂層平均N値とPL値の関係

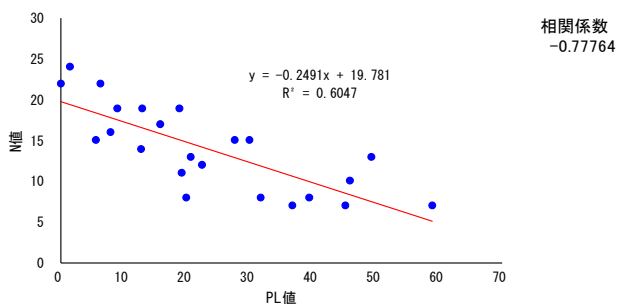


図4 砂層平均N値とPL値の相関

3-3 液状化層厚とPL値の相関

図5、6に、液状化層厚とPL値の相関を示す。液状化層厚とPL値との相関係数は0.7程度であり、強い相関と判定される。

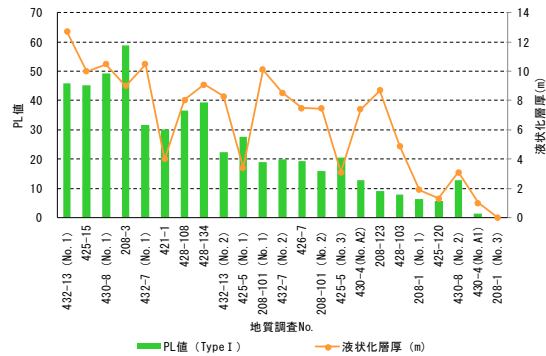


図5 液状化層厚とPL値の関係

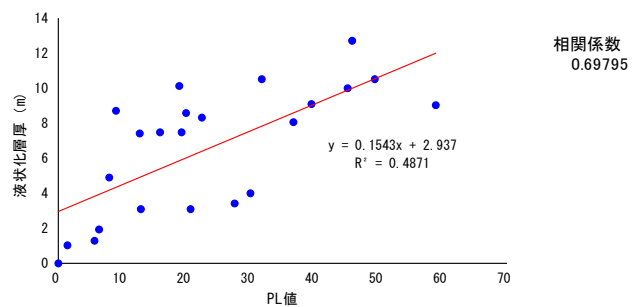


図6 液状化層厚とPL値の相関

4. まとめ

実橋データを用いて、沈下量、PL値と各パラメータの相関について検証を行った結果、PL値との高い相関を示したパラメータとしては、砂層平均N値と液状化層厚であることが明らかとなった。検証着手時点では、盛土高が高い橋梁においては沈下量が大きいと想定されたが、今回の検証の結果においては、両者に相関は見られなかった。砂層の平均N値、液状化層厚との相関が高く、橋台の規模によらず地盤の性状により沈下の程度が決定されることが明らかとなった。

東日本大震災において多くの橋梁で橋台背面に段差が生じ、通行不能となったことを教訓に、今後既存の橋梁について段差対策を効率的に進めていく必要がある。本稿で得られた知見を基に段差対策を進めていくとともに、今後検証データを蓄積し、段差予測手法の精度をさらに高めていくことが望まれる。

《参考文献》

- 1) 社団法人日本道路協会 (2012) : 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, pp. 134-141