

九州工業大学大学院 学生会員 ○宇戸田八紀 有國允人
九州工業大学大学院 正会員 永瀬英生 廣岡明彦

1. はじめに

九州地方は、これまで地震による被害は少ないとされていたが、近年では 2005 年福岡県西方沖地震のように大きな地震が発生しており、液状化の被害も多数報告されている。北九州市では埋立地が多く、埋立地ではもともと海や池、河川などがあった場所に土砂を投入して造成するため、地盤は多分に水を含んだ状態で、緩く堆積しているものと考えられる。したがって、そのような埋立地で対策を施していない場合には、地震による振動が伝わると液状化が発生しやすい状態であるといえる。これまで報告された液状化被害の中で、埋立地で発生したものの多いのは、このような理由によるものと思われる。また、2011 年に起こった東北地方太平洋沖地震でも、東京湾臨海部の埋立地で液状化の被害が多く発生したことが報告されている。今後東南海・南海地震といった巨大地震の発生が予測されており、北九州市でも特に埋立地周辺の液状化判定は必要不可欠であるといえる。そこで、本研究では、埋立地を中心とする北九州市内の液状化危険度を判定し、液状化対策を検討する際に用いられる基礎データとしてまとめることを目的とする。

2. ボーリングデータによる液状化判定

(1) P_L 値による判定法

液状化指数 (P_L 値) とは、道路橋示方書 (1996) 等 に示された手順に従って各深度で F_L 値を算出し、その値を深さ方向に重みをつけて足し合わせ、地点での液状化危険度を表す指数のことである。地震動、地盤特性、地下水位から求められる液状化しやすさと液状化の激しさを表す指標、とも言われる。 P_L 値の計算式を式 (1) に示す。本研究では F_L 値から P_L 値を算出し、この P_L 値によって液状化被害の大きさを含めた液状化危険度の判定を行う。また、液状化程度の区分を表 1 に示す。

表 1 液状化の判定

P_L 値	液状化の程度
$15 < P_L$	液状化の可能性 大
$5 < P_L \leq 15$	液状化の可能性 中
$0 \leq P_L \leq 5$	液状化の可能性 小

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x)dx \quad \cdots (1)$$

P_L : 液状化指数

F_L : 液状化に対する抵抗率

x : 地表面からの深さ (m)

(2) 表層厚と砂層厚の関係による判定法

地盤全体での液状化の評価として、液状化層と非液状化層との関係を用いて、図 1 に示す福岡・石原¹⁾によって提案された方法がある。この方法はボーリングデータより表層厚と液状化層である砂層厚を読みとり、「液状化」「液状化することもあるし、しないこともある」「非液状化」の 3 つに区分する。

3. 液状化判定結果

(1) P_L 値による判定法および(2)表層厚と砂層厚の関係による判定法の結果を組み合わせ、総合判定を行った。総合判定の結果を図 2 に示す。組み合わせた結果を液状化の可能性が大きい順に赤色・黄色・青色にランク付けし、地図にプロットしたものを図 3 に示す。想定した地震動はレベル 1 クラス、地表面加速度は 250Gal とした。

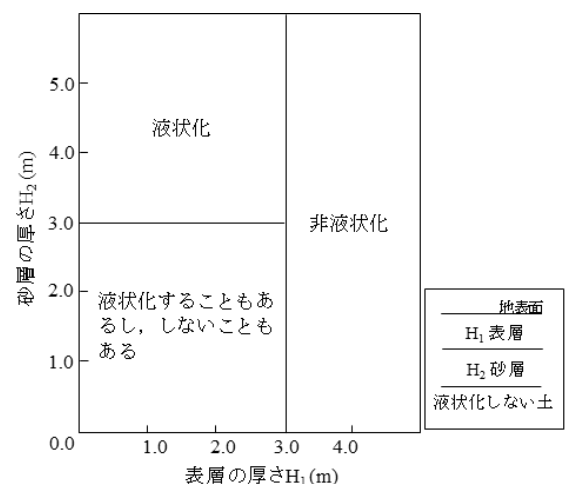


図 1 液状化の可能性と表層厚と砂層厚の関係

図 2 において表層厚と砂層厚の関係による結果で「液状化の可能性小」となったケースの P_L 値に着目すると、 P_L 値による液状化の可能性小～中にデータが多く分布していることが読み取れる。したがって、表層厚と砂層厚の関係において「液状化の可能性小」となったケースの P_L 値は小さくなり、総合的に見ても液状化の可能性は低いと考えられる。

ここで、表層厚と砂層厚の関係による結果で「液状化の可能性大」となったケースに着目すると、 $0 \leq P_L < 5$ を示し「液状化の可能性小」となる結果が複数箇所みられ、判定法によって違いがみられる。この原因として、 N 値が考えられる。表層厚が 3.0m 以内かつ砂層厚 3.0m を超えると、(2)表層厚と砂層厚の関係による判定法では「液状化の可能性大」となるが、

厚く堆積している砂層の N 値が大きければ、 P_L 値は小さくなり、(1) P_L 値による判定法では「液状化の可能性小」となりうる。したがって、判定法の違いにより結果が異なつたと考えられる。

ここで、図 3 において、総合判定により液状化の可能性大となった地点をみると、比較的近い場所で分布しており、また、液状化の可能性小となった地点も同様に分布していることが読み取れる。したがって図 3 に赤色で色づけした区域は地震時に液状化する可能性が大きく、青色で色づけした区域は液状化する可能性が小さいと考えられる。

4. まとめ

以上の結果から、今回検討対象とした地区での液所化危険度の高い場所が判明した。本研究では、図 3 に示す地区だけでなく他の地区においても同様に、(1) P_L 値による判定法、(2)表層厚と砂層厚の関係による判定法を用いて総合的に液状化判定を行う予定である。

参考文献

- 1)福岡正巳・石原研而：地震による地盤変動と土質構造物への影響に関する調査，東京都防災会議，pp.32～38，1972.
- 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996.
- 3)安田他：液状化のハザードマップにおける作成方法の現状と今後のあり方，土木学会論文 A1，Vol.65，No.1（地震工学論文集第 30 巻），pp.188-194，2009.
- 4)東京都建設局・港湾局：東京の液状化予測 平成 24 年度改訂版，2013.

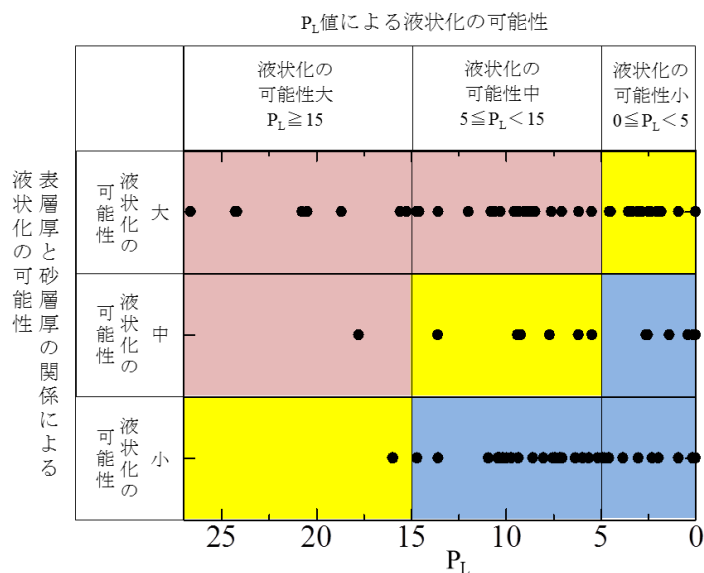


図 2 総合判定による結果

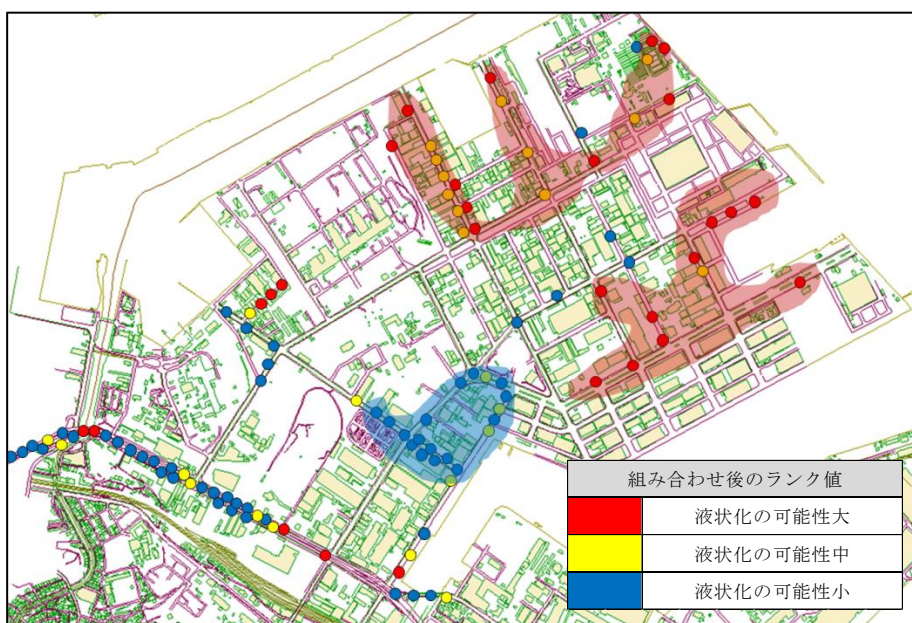


図 3 総合判定による結果