

詳細な細粒分含有率に基づく宮城県の液状化発生予測

東北学院大学 吉田研究室 水口悠, 山本直幸
東北学院大学 正会員 吉田 望

1 はじめに

宮城県では、過去に宮城県沖を震源とする地震が定期的に発生している。最近の地震は 1978 年宮城県沖地震であり、その発生から 32 年が経過している。最近のこの地震の発生間隔が約 37 年であることを考えると、いつ次の地震が発生してもおかしくない状況にある。

ところで、1978 年の宮城県沖地震の地震では、建築構造物やライフラインなどに大きな被害が発生した¹⁾が、その後、1981 年にはいわゆる新耐震設計法が施行され、建築物の耐震安全性は大きく向上した。また、ライフラインについても耐震性が強化されてきている。このような背景から、特に最近の地震では、液状化による被害が着目されることが多くなっている。これは、液状化対策は地域的な広さ、コストなどの面から、個別の地点は別として地域的にはほとんど行われていないためと考えられる。液状化が発生すると、特に木造家屋などでは基礎の不同沈下、変位などにより大きな被害が発生することになる。その対策のためにも、精度のよい液状化予測は重要である。

将来の宮城県沖地震に関しては、その再来がほぼ確実であることから、地震動予測や液状化予測も行われてきている(たとえば文献2))。ここで、従来の液状化予測をみると、基本的には道路橋示方書³⁾に代表される F_L に基づく液状化判定を行い、さらに液状化に伴う被害の程度を液状化指数 P_L で判定するという方法が用いられる。ここで、後に述べるように液状化強度の算出には N 値と細粒分含有率が必要であるが、このうち細粒分含有率についてはホーリング調査でも行われないことが多いので、道路橋示方書や文献4)に示される土質分類に基づき行われるのが一般的である。筆者の一人は、宮城県地震地盤図に用いられた約 7700 の柱状図より約 4400 の粒度試験の結果を整理し、

詳細な地盤分類を行うとともに、前述の方法による方法では誤差が大きいことを示した⁵⁾。ここでは筆者らの提案による方法に基づき、液状化による被害の可能性を計算した結果を報告する。

2 液状化解析と方法

計算の対象としたのは宮城県内の 5340 ヶ所の柱状図で、深さ、 N 値、土質名が示されたデータベースである。

液状化の判定は道路橋示方書³⁾に基づいて行う。タイプ 1 地震動を想定し、震度は一律 0.3 とした。また、地下水位は一律に GL-2m に設定した。

P_L は一般には 4 段階 (0 では液状化の発生なし、5 以下では被害の可能性小、20 以下では中、20 以上では大) と設定されるが、5 と 20 の間が大きいと考え、途中 10 で区分し、合計 5 段階に分類した。

土質分類は、前報⁵⁾によった。この方法では、土を本体と形容詞で区別している。すなわち、表 1 に示すように、本体として、礫、砂、細砂、中砂、粗砂、砂質土、シルト、粘土、粘性土、ローム、腐植土の 11 種類に分類する。たとえば、砂と細砂等とはかぶっている可能性もあるが、柱状図に書かれている名前ではしか判別できないので、そのまま区別した。次に形容詞はたとえば砂質のように「質」がついているもの、砂混じりのように「混じり」がついているもので、15 種類に分類した。表 1 に分類表を示す。図には横方向には本体の土質、縦方向には形容詞の部分が示されている。表には細粒分含有率が示されているが、このうち太字で表したのは前報の結果で、平均値と標準偏差が示されている(実際の計算では平均値を使用)。しかし、今回用いたデータではこれ以外の土質分類もかなり含まれていた。これらについては、表の左右に前報のデータがあるケースではそ

の中間を用いるような形で、また、全く既往のデータがないときには経験的に決めた。なお、単位体積重量は文献4)に従って設定した。

3 計算結果とまとめ

計算の結果は GIS を用いて表示することにより地図上に落とすことができる。しかし、GIS はソフトも高価で、一般には使用できない。そこで、ここでは誰でも使える表示方法として、Google earth 上で結果を示すこととした。図 1 に結果を示す。この結果をクリックすると、柱状図、計算結果などが表示されるようにすることによって、個別地点の評価も可能となる。

仙台市の市街地では液状化による被害の可能性が低いが、市街地が発展する際、良い地盤のところが選ばれた結果と考えられる。また、田園の多い地域では被害の可能性が大きいことがわかる。

地域ごとに見ると、例えば、東松島市では液状化による被害の発生の可能性が低い地域の周りに液状化による被害の発生の可能性が高い地域があるが、これは、埋立地で液状化が発生しやすいことがわかる。

また、文献2)と比べると、たとえば、文献2)では液状化被害が発生しやすい地域で本検討では液状化被害なしの結論が得られている地域もあったが、詳細に比較すると地点が少し異なり、前

表 1 細粒分含有率

	礫	砂	細砂	中砂	粗砂	砂質土	シルト	粘土	粘性土	ローム	腐植土
	39±33	17±18	21±19	14±13	15±12	37±21	81±22	80±22	58±23	72±19	90
砂質	42	—	20	15	16	—	67±24	67±22	—	45±21	90
シルト質	60	41±25	47±27	39	37	—	—	88±14	—	75±13	90
粘土質	53	27	31±14	25	25	—	82±21	—	—	77	90
火山灰質	60	27	—	30	—	—	80	85	—	85	—
有機質	—	40	42	39	39	—	82±22	88±13	—	80	—
礫混り	—	14±10	21	11±9	10±7	27±17	55	54	40±18	52±24	90
砂混り	10	—	22	17	18	—	69±20	71±22	—	50	90
シルト混り	14±8	41±27	40±24	39	38	—	—	73	—	61	90
粘土混り	15±7	25	27	23	23	—	80	—	—	75	90
粘性土混り	21±15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
有機物混り	40	—	—	40	—	—	79±23	—	80±15	—	—
玉石混り	16±11	—	—	11	10	—	70	—	—	—	—
貝殻混り	—	—	—	—	—	—	73±22	97±2	—	—	—
有機質土混り	40	40	40	40	40	—	—	85	—	85	—
火山灰混り	—	30	—	—	40	—	—	—	—	—	—

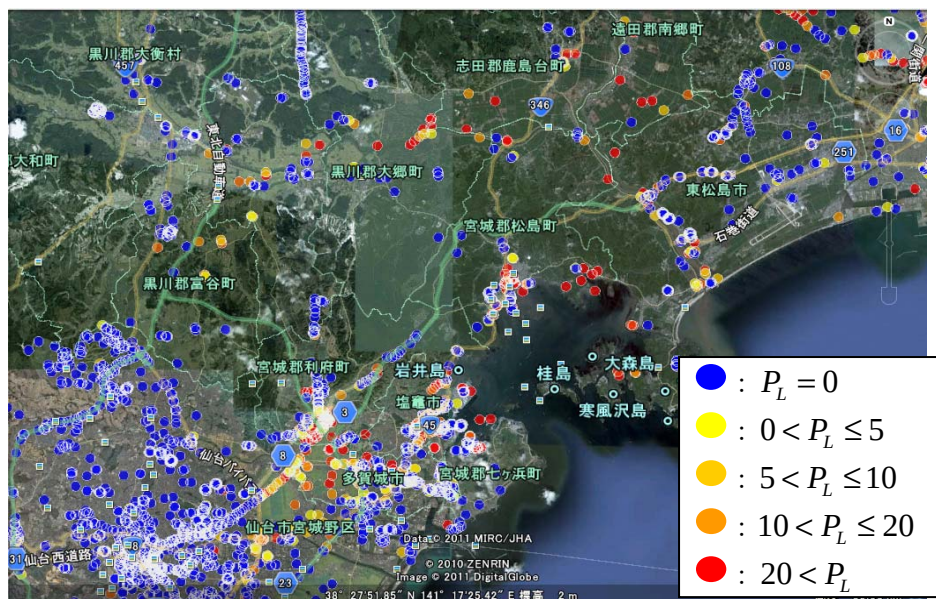


図 1 液状化判定した宮城県の地図

者が埋立地であることがわかった。このように、埋立地では少しの地点の違いで液状化の危険度が全く異なることもあり、地域の予想をする際の注意が必要ことがわかった。

参考文献

- 1) (社)土木学会東北支部：1978 年宮城県沖地震 調査報告書
- 2) 第三次地震被害想定調査報告書、宮城県防災会議地震対策専門部会、2004
- 3) 日本道路協会 (2002): 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編
- 4) 液状化対策工法、地盤工学・実務シリーズ 18、地盤工学会、2004、513pp.
- 5) 今野一樹、高坂優介、吉田望 (2010)：液状化判定に及ぼす土質分類の影響、平成 21 年度土木学会東北支部研究発表会講演概要集、Paper No. III-9