

平成 16 年新潟県中越地震による小規模建築物の宅地・基礎の被害
(その 4. 液状化判定)

戸建住宅
粒度組成

液状化
地震被害

沈下

正会員 ○若命 善雄 *1
正会員 田村 昌仁 *2
正会員 松下 克也 *3
会員外 佐々木敏弘 *4

1. はじめに

新潟県中越地震で刈谷田川沿いの見附市南本町で液状化が発生し、住宅や道路に被害が生じた。この地域で住宅建設時に実施されたスウェーデン式サウンディング試験(以下、SWS 試験と呼ぶ)によると、地表面から 3.0m 付近まで $W_{sw} = 1.00$ kN 自沈層と確認されている。SWS 試験では土質区分の判定はできないが、粘性土層として沈下抑止のための地盤改良を施した住宅もある。

本報告では、液状化が確認された地盤において、地震後に実施した標準貫入試験、SWS 試験、粒度試験の結果および液状化判定結果について述べる。

2. 地盤概要

調査地点及び周辺の地形図は、前報(その 3)の図 1 を参照されたい。この地域の地盤は沖積低地で、自然堤防と埋土地からなっている。埋土地は蛇行していた刈谷田川の旧河道であり、調査地は埋土地に位置している。

図 1 に土質柱状図、標準貫入試験結果および SWS 試験結果、図 2、表 1 に標準貫入試験の際に採取した試料土の粒度試験結果を示す。なお、図 1 中の換算 N 値は、SWS 試験結果から下式を用いて算出したものである。

$$N = 0.002W_{sw} + 0.067 N_{sw} \quad \dots (1)$$

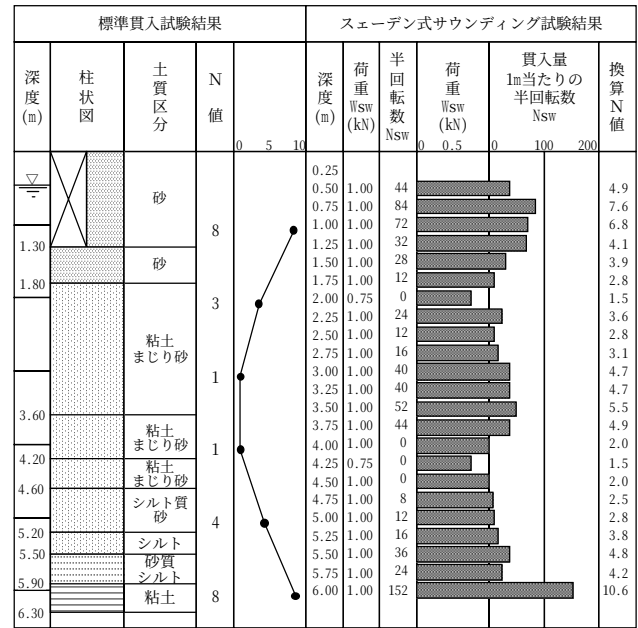


図 1 標準貫入試験結果および SWS 試験結果

図 1 において、標準貫入試験の N 値が G.L. -3.0 ~ -4.0m で極端に小さいのに対して、SWS 試験結果の換算 N 値では同じ傾向は認められない。また、粒度試験結果によると、いずれの深度も砂質系の土質に区分されるが、G.L. -4.0m 以深では $F_c > 30\%$ 、 $P_c \geq 10\%$ を示し、細粒土の含有率が高くなっている。

3. 液状化判定

液状化判定は建築基礎構造設計指針に準じて行った。図 3 は、(独)防災科学研究所から公表されている k-net、kiku-net の各観測点(□)の加速度データを処理して加速度分布として示したものである。調査地点の推定加速度は $\alpha_{max} = 350\text{cm/s}^2$ 、マグニチュードは $M = 6.8$ とした。

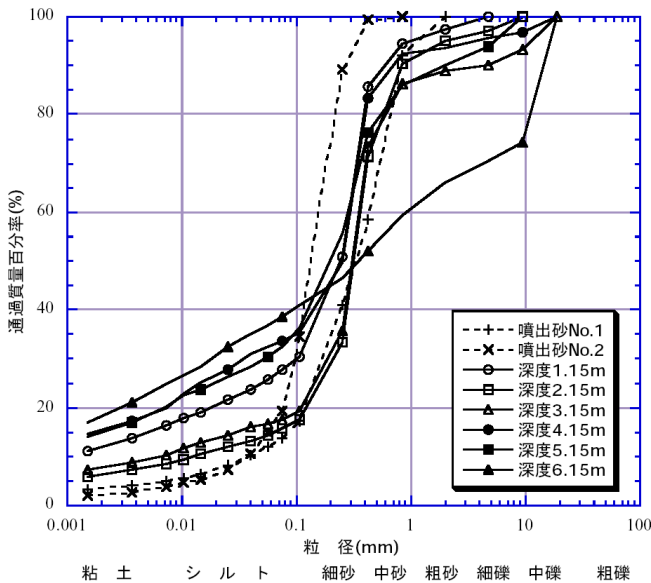


図 2 粒径加積曲線

表 1 粒度分析結果

データ 番号	深度 G.L. - m	F_c (%)	P_c (%)	D_{50} (mm)	U_c
1	1.15	28	15	0.245	—
2	2.15	16	8	0.315	29.1
3	3.15	18	9	0.305	54.6
4	4.15	34	18	0.252	—
5	5.15	32	18	0.208	—
6	6.15	39	10	0.352	—

表2に標準貫入試験のN値による液状化判定結果を示す。これより、GL-1.0m 付近を除き、GL-6.0m までの全点で $F_L=1.0$ を大きく下回っている。地盤全体の液状化の程度を表す指標 $D_{cy}^{1)}$ は 11.8cm となり、液状化の程度「中」と判定される。ただし、 $F_c>35\%$ 以上または $P_c>10\%$ となる GL-4.0～6.0m を液状化検討の対象外とすると、 $D_{cy}=6.0\text{cm}$ （液状化の程度「小」）と判定される。図4に、標準貫入試験のN値による F_L 値分布と SWS 試験の換算N値による F_L 値分布を比較して示す。両者は、ほぼ同一の傾向を示し、粒度組成が明らかになれば、SWS 試験の換算N値でも液状化の可能性はある程度推定可能であることがわかる。

4. 被害程度

調査地域の被害状況は、前報（その3）の写真1～4に、示す通りである。それによると、調査地域の地表面にみられる液状化の痕跡である噴砂の多くは宅地造成盛土の法尻で確認され、盛土境界近傍では地盤の不同沈下や変状が生じていた。これに対して、平坦部での地盤沈下、土木施設や建物の被害は極く軽微であり、戸建住宅では盛土端部を除き僅かな傾斜が認められる程度であった。地表面の状況から現地調査の結果を総括すると、液状化の程度は「小」程度と判定された。被害が少なかった要因としては、表層部の 1.0m 程度が比較的良好地盤であったこと、液状化層厚が薄かったこと、重量構造物が存在しなかったこと等が挙げられる。

5. あとがき

戸建住宅を対象とした地盤調査は、経済的な理由により SWS 試験のみを行うのが一般的である。SWS 試験による土質判定が難しいため、支持力、沈下、液状化などの検討を高精度に行うことができない。今回調査した地域では、液状化が発生したにも拘らず大規模な被害が発生しなかったが、液状化マップなどにより液状化の危険性が予想されている地域については、土質の判別が可能な地盤調査との併用、あるいは、三成分コーン貫入試験の実施などが望まれる。

<謝辞>

最後に、図3の資料を提供して頂いた大成建設(株)内山泰生氏に感謝の意を表します。

本報告をまとめるに当たり、日本建築学会小規模建築物基礎設計の手引き改定小委員会の地盤評価 WG および基礎設計 WG の協力を得ました。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針, p66
- 2) 時松孝次、鈴木康嗣：液状化の判定方法と実際の現象, 基礎工, Vol24, No11, p36～41
- 3) 若命善雄、真島真人：住宅地盤の液状化対策, 建築技術, 2003.2, p76～81

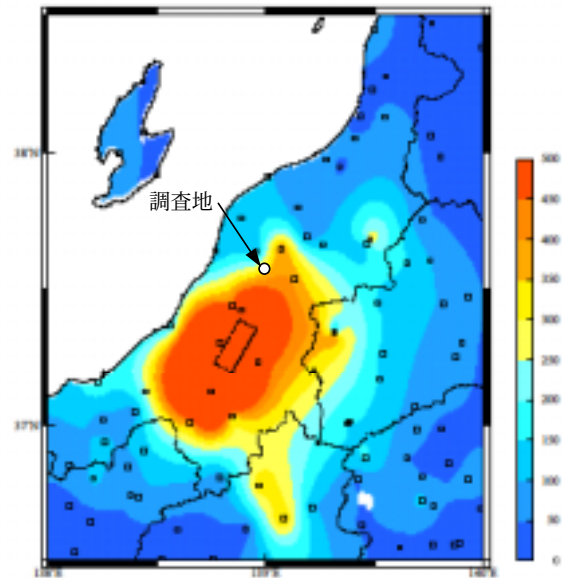
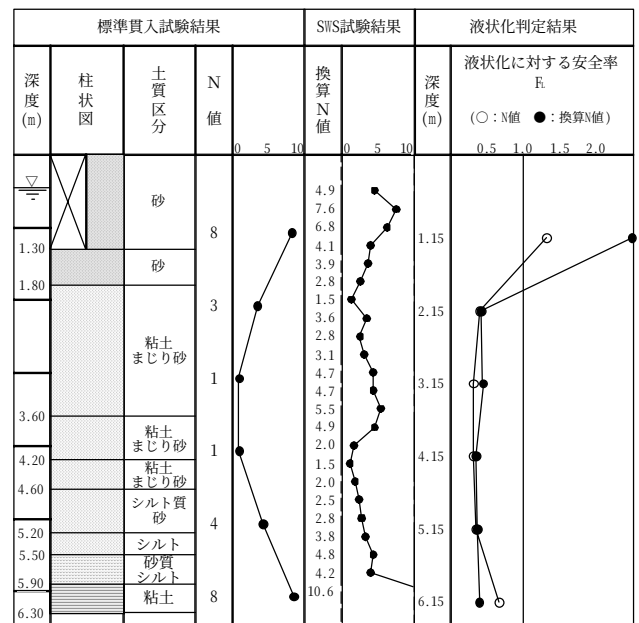


図3 地震加速度分布

表2 液状化判定結果

データ番号	深度 (G.L. - m)	N 値	F_c (%)	全応力 σ_z (kN/m^2)	有効応力 σ'_z (kN/m^2)	せん断 応力比 L	液状化 強度比 R	安全率 F_L
1	1.15	8	28	19.6	1.26	0.36	0.490	1.38
2	2.15	3	16	36.6	1.96	0.37	0.158	0.42
3	3.15	1	18	53.6	2.66	0.40	0.127	0.32
4	4.15	1	34	70.6	3.36	0.41	0.138	0.34
5	5.15	4	32	87.6	4.06	0.41	0.170	0.41
6	6.15	8	39	10.5	4.76	0.41	0.280	0.68



液状化判定結果図4

*1 設計室ソイル *2 建築研究所国際地震工学センター
*3 ミサワホーム *4 システムプランニング

*1 Soil Design Inc. *2 Building Research Institute
*3 MisawaHomes Co., Ltd. *3 System Planning Inc.