

小型動的貫入試験を用いた既設宅地の耐震調査例

NPO 地盤防災ネットワーク 正会員 村田 芳信
 岐阜大学工学部 正会員 八嶋 厚
 岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 沢田 和秀
 (有)地盤調査システム 正会員 佐藤 将

1. はじめに

建築基準法の改正や住宅品質確保促進法の施行に伴って、新規の宅地や基礎について改善が図られるようになったものの、大規模な地震災害の度に地盤災害による宅地被害が後を絶たない。このため、既設宅地（建物が建設されている宅地）の狭小なスペースにおいても、可搬性に優れ効率良く地盤調査が可能な小型動的貫入試験を用いて調査を実施し、宅地の地震対策の必要性を検討した。

2. 小型動的貫入試験装置の特徴

既設宅地の地盤調査に用いた試験装置は、図-1 に示すように、古くから欧米で普及している小型動的静的貫入試験装置である。この試験装置は、質量 300 N のハンマーを 20 cm の高さから自由落下させて、断面積 10 cm² の先端コーン(先端角 90°)を 10 cm 貫入するのに要する打撃回数 N_d' を測定するもので、次式を用いて標準貫入試験の N 値と等価な N_d 値に換算できる。

$$N_d = (N_d' - (p - 3.2n_R)) \dots (式-1)$$

ここで、p は貫入ロッドの引抜き抵抗 p (bar), n_R はロッド本数, は大型動的貫入試験¹⁾ (SRS:Swedish Ram-Sounding, ISO 22476:2002)との打撃効率を考慮した先端コーンの単位面積当たりの打撃エネルギーと貫入長から決まるエネルギーの消費が等価となるように求めた係数で、SRS の打撃効率 n を 0.8、試験装置の n を 0.5 として、次式によって求められる。

$$= (n_1 m_1 g h_1 / A_1 \ell_1) / (n_2 m_2 g h_2 / A_2 \ell_2) \dots (式-2)$$

ここで、m はハンマーの質量、g は重力の加速度、h はハンマーの落下高さ、A は先端コーンの断面積、ℓ は測定区間長である。SRS (m=635 N, h=0.5 m, A=0.00159 m², ℓ=0.2 m) に対する試験装置 (m=300 N, h=0.2 m, A=0.0010 m², ℓ=0.1 m) の比は、 = 0.38 となる。また、 は周面摩擦抵抗が打撃回数に及ぼす影響を、次式により算出した係数である。

$$= 2\ell p / (nDmgh) \dots (式-3)$$

ここで、D は貫入ロッドの外径で、試験装置(D=0.028 m)では = 0.24 となる。



図-1 小型動的静的貫入試験装置 (DYNASTAR, Tecnotest 社, Italy)

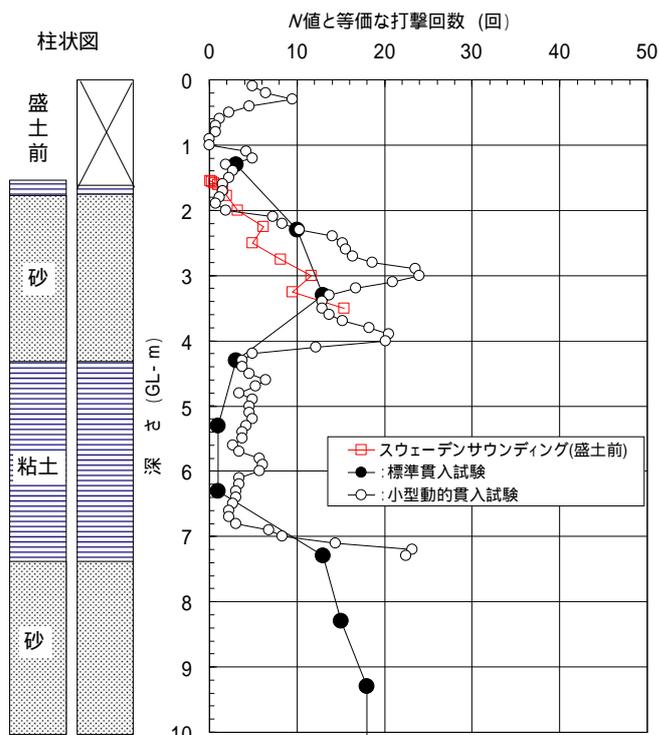


図-2 小型動的貫入試験と標準貫入試験の結果比較 (堆積土の場合)

キーワード：地震防災，耐震診断，地盤補強

連絡先：NPO 地盤防災ネットワーク（羽島市正木町須賀 2106, Tel/Fax: 058-394-0207）

岐阜大学工学部（岐阜市柳戸 1-1, Tel/Fax: 058-293-2419）

岐阜大学流域圏科学研究センター（岐阜市柳戸 1-1, Tel/Fax:058-293-2422）

(有)地盤調査システム（足立区花畑 3-11-9, Tel: 03-3883-4002,Fax: 020-4665-4248）

図-2 に、宅地において標準貫入試験の N 値と比較した結果を示す。砂層では N_d 値は N 値とほぼ等価な値を示しており、粘土では N_d 値は N 値を過大に評価する危険性がある。一方、 N_d 値は地層の変化やばらつきを詳細に捉えていることが分かる。図中には、盛土施工前に実施したスウェーデン式サウンディング(WST: Weight Sounding Test)より、稲田による関係式²⁾を用いて N 値に換算した結果を併示する。WST では、 N 値 15 以上の砂層への貫入が難しいことが分かる。

図-3 には、礫質土からなる崩積土において N 値と比較した結果を示す。 N_d 値は N 値と対照的に礫打ちの影響やそのばらつきの影響を受けて激しく凹凸を繰り返し、深さ 6.5m 付近で転石に当たり貫入不能となった。図中には、 N_d 値の 30cm 区間の移動平均値を赤線で示す。これは N 値と同様の試験区間長で平均化した N_d 値を示したもので、 N 値の分布に収束する傾向がみられるものの、依然として変化に富み地層の様子をよく表していると考えられる。

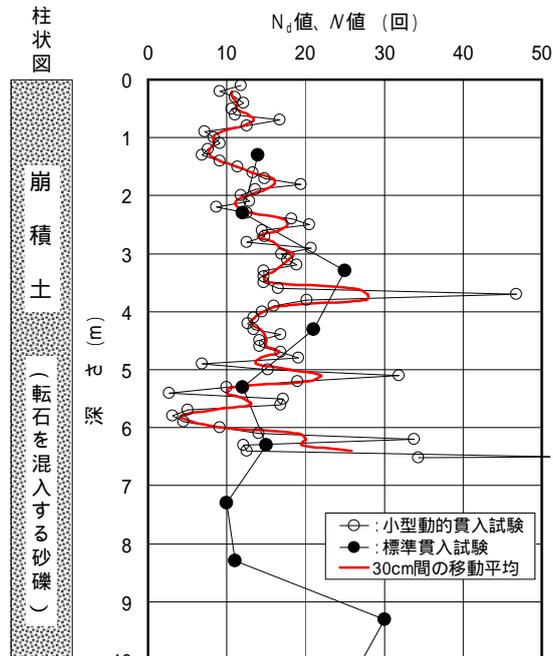


図-3 小型動的貫入試験と標準貫入試験の結果比較(礫質土の場合)

3. 既設宅地の耐震調査

岐阜県内の土岐市下石町と羽島市竹鼻町南の2地区を対象に、住民の防災意識啓発のための講習会を催し、その対象者の中から既設宅地の耐震調査の希望を募ったところ、下石町で9宅地、竹鼻町南で7宅地の依頼があった。それぞれの地盤調査結果を表-1(下石町)および表-2(竹鼻町南)に一覧する。

地震に対する宅地の危険性の評価は、 N_d 値が2以下の層厚ならびに地下水位により、地震時に変状を生じる可能性を「非常に高い」「高い」「低い」「非常に低い」の4段階で分別した。表中のA,F,K,Nの4つの宅地は、いずれも地下水位が浅く、 N_d 値が部分的に0(自沈)を示すことから、必要に応じて複数地点の調査によって不同沈下や側方流動の危険性を判断した。

既存宅地の盛土は、長年の降雨や地下水位の変動の影響を受けることで、危険な状態に変化すると考えられる。この結果は、住民にとっても予想外の驚きであり、建物の耐震対策と勘案しながら地盤補強対策方法を検討する必要性が生じた。

4. 謝辞

本研究は、岐阜大学地域活性化経費(地域連携)により実施した。また、小型動的貫入試験と標準貫入試験との比較に当たり、(株)エイト工業ならびに(株)アテック吉村のご協力を頂いた。ここに記して感謝いたします。

5. 参考文献

- 1) R. Dahlberg & U. Bergdahl: Investigations on the Swedish Ram-Sounding Method, Proc. of ESOPT, pp.93-102, 1974.
- 2) 稲田倍穂: スウェーデン式サウンディング試験の使用について, 土と基礎, 8号 N0.1, pp.13~18, 1960.

表-1 小型動的貫入試験による調査結果(下石町)

宅地	地形区分	調査深さ (m)	盛土厚 (m)	N_d 値 < 2の層厚 (m)	地下水位 (GL-m)	地震時に変状を生じる危険性
A	沖積低地	3.40	2.4	0.9	1.30	非常に高い
B	丘陵斜面	3.76	2.8	0.2	2.30	低い
C	段丘	1.80	0.6	0.1	0.68	非常に低い
D	沖積低地	4.10	1.4	1.0	2.52	高い
E	丘陵斜面	10.00	2.2	0.0	4.54	低い
F	沖積低地	5.63	2.8	2.2	2.33	非常に高い
G	沖積低地	5.60	1.1	0.2	1.95	低い
H	沖積低地	3.10	0.7	0.1	3.10	低い
I	丘陵斜面	4.58	1.1	0.3	3.69	低い

表-2 小型動的貫入試験による調査結果(竹鼻町南)

宅地	地形区分	調査深さ (m)	盛土厚 (m)	N_d 値 < 2の層厚 (m)	地下水位 (GL-m)	地震時に変状を生じる危険性
J	自然堤防	9.30	0	1.2	3.25	低い
K	後背湿地	7.50	1.2	2.5	1.18	非常に高い
L	自然堤防	4.40	0.8	0.9	1.44	高い
M	自然堤防	9.40	0.6	1.5	2.11	高い
N	後背湿地	3.40	1.3	1.2	0.84	非常に高い
O	自然堤防	4.70	1.3	0.4	2.70	低い
P	後背湿地	3.80	1.1	0.3	0.83	低い

注) 複数地点の調査の場合は、最大の値を示す。