

美浜区における簡易地盤調査法に基づく液状化危険度判定

17T0260W LONG KUNTHEAMALIH

指導教員：関口 徹

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震によって美浜区内では、多くの住宅が沈下や傾斜等の液状化被害を受けたが、場所によって液状化被害の程度に差が見られた。これは、埋め立て層の土質が一様ではなく近い範囲で複雑に分布していることが原因だと考えられている。そのため、今後の液状化被害のリスクを把握するためには多くの地点で地盤調査をして液状化判定を行う必要がある。液状化の判定方法は、ボーリング調査などの詳細な地盤調査法に基づく方法とスウェーデン式サウンディング試験（SWS 試験）やスクリュードライバーサウンディング試験（SDS 試験）などの簡易的な地盤調査法に基づく方法がある。

そこで本研究では、千葉市美浜区内での SWS 試験、SDS 試験と建物の被害関係を明らかにする。ここで、SWS 試験に基づく液状化判定する際の問題点の検討を行う。さらに、SWS 試験を改良した SDS 試験に基づいて液状化判定するための知見を得ることを目的とする。

2. SWS 試験と SDS 試験の特徴の比較

図 1 に SWS 試験と SDS 試験の概要を示す。SWS 試験は、住宅のような小規模建築物で必ず行われるため、データ数が多く被害宅地そのもので計測されているものもある。SWS 試験によるデータ計測の項目は、おもりの重さとスクリューを 25cm 貫入させるための半回転数である。土質はオペレーターによって回転の際の音で判別されるため、主観的である。

一方 SDS 試験は、試験区間 25cm ごとに最大 7 段階の鉛直荷重載荷による断続的な回転貫入を行う試験である。データ計測の項目は、可変鉛直載荷荷重、回転数、回転速度、トルクと沈下速度である。ここで調査では先端のスクリューの位置での摩擦抵抗(図 1 の鉛直方向 W 、回転方向 T)を求める目的としているが、途中ロッドにおける周面摩擦($W_f T_f$)も発生してしまう。そこで、ロッドに作用する周面摩擦力だけを算定するために、25cm 貫入ごとにロッドを一旦 1cm 引き上げスクリューの摩擦をなくし、その際のトルクの計測を行っている。

3. 各試験から確定される土質分類の比較

図 2 に美浜区内のある地点で実施された SWS, SDS 試験と標準貫入試験による土質柱状図と SDS 試験における補正トルクの深度分布を示す。ここで、標準貫入試験の地点は SWS, SDS 試験の地点から 15m 程度離れている。SDS 試験では鉛直荷重の増加に応じて変化する補正トルクに基づいて客観的に土質判定している。質土、鉛直荷重の増加に応じて補正トルクが増加すれば砂と判定し、補正トルクが変化しないもし

くは減少すれば粘性土と判定する。SDS 試験による補正トルクが深度 6m 程度までは 25cm ごとに大きく変化しており、この深度までは砂質土と判定され、それ以深はトルクに変化がないため、粘性土と判定されている。その結果、SDS 試験による土質判定の方が標準貫入試験に近い判定していることが分かる。

4. 液状化判定結果と建物被害の比較

図 3 に対象地域の液状化による噴砂被害分布の例を示す。美浜区では、大量の噴砂が確認された地点もあれば、ほとんど見られない地点もあり、その結果建物被害も場所により大きく異なる。

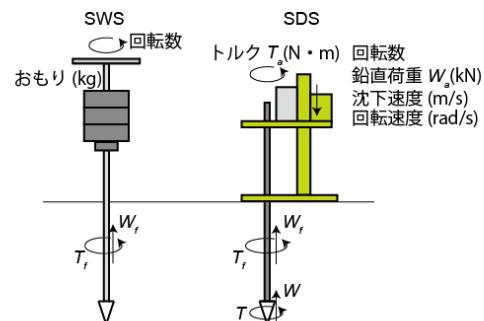


図 1 SWS 試験と SDS 試験の概要

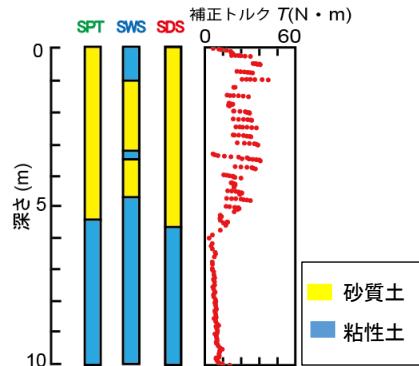


図 2 SWS 試験、SDS 試験と SPT による土質



図 3 液状化による噴砂被害分布の例

SWS, SDS 試験結果を用いて液状化被害指数 P_L を求める際に、試験結果は深度 10m までしかがないため、積分する際の重みは深度 10m までの三角形分布とした。SWS 試験ではオペレーターが判別した土質しかなく、土質分類が砂質土とされている場合は文献³⁾を参考に細粒分含有率 $F_c=20\%$ と仮定した。

図 4 に SWS, SDS 試験結果を用いて求めた P_L と実際の建物の液状化被害の関係を 37 地点について示す。SDS 試験結果による液状化判定では、全壊、大規模半壊と半壊のような大きな被害があるところは P_L が 20 以上となっている。また、一部損壊とその他の被害の軽微な地点は P_L が 20 程度以下となっている。SWS 試験結果による液状化判定は、全壊、大規模半壊と半壊では P_L が大きくなっているが、被害が軽微な地点で P_L が 20 を超えているものが 9 地点も見られる。

図 5 に半壊被害のあった地点(S1)における SWS, SDS 試験による液状化判定結果の深度分布を示す。SWS 試験の土質分類は粘性土が多いと判別され、 P_L が 11 程度となっている。一方、SDS 試験は、鉛直荷重の増加に応じて補正トルクが増加する砂質土層が多いと判定されたため、 P_L は 23 程度となっている。

図 6 に被害が軽微な地点における SWS, SDS 試験による液状化判定結果の深度分布を示す。SWS, SDS 試験による土質分類はほぼ同じであり、2.25m から 3.25m までは粘性土となっている。SWS, SDS 試験による土質分類が同じような結果であっても、SWS 試験では、 F_c を一定の 20% と仮定しているため P_L が 25 程度になり、過大評価してしまっていると考えられる。一方で、SDS 試験では土質分類は砂質土となっているが、別途推定される F_c が 35% 以上となっている部分も見られた。特に、深度 3.25m から 6m までは両方とも砂質土と判定されたが、SDS 試験による F_c が 35% 以上となり、各層の液状化安全率 F_L の計算対象外となっている。その結果、被害の軽微な S2 地点において P_L は 14 程度となっている。

5. まとめ

SWS, SDS 試験による液状化判定結果と実際の液状化被害の関係を分析した結果、以下の知見を得た。

- SDS 試験結果による液状化判定は、全壊、大規模半壊と半壊のような被害がある地点は P_L が 20 以上となっている。また、一部損壊とその他の被害の軽微な地点は P_L が 20 程度以下となっている。
- SWS 試験結果による液状化判定は、全壊、大規模半壊と半壊では P_L が大きくなっているが、被害が軽微な地点は P_L が 20 を超えている地点も見られる。

参考文献

- 1) 田中剛: 第 43 回地盤工学研究発表会, 2008 年
- 2) 菅野安雄: 浦安地盤調査一斉試験報告会, pp49-50, 2012 年
- 3) 山中浩明: 地震・津波ハザードの評価, 朝倉書店, p24, 2010 年

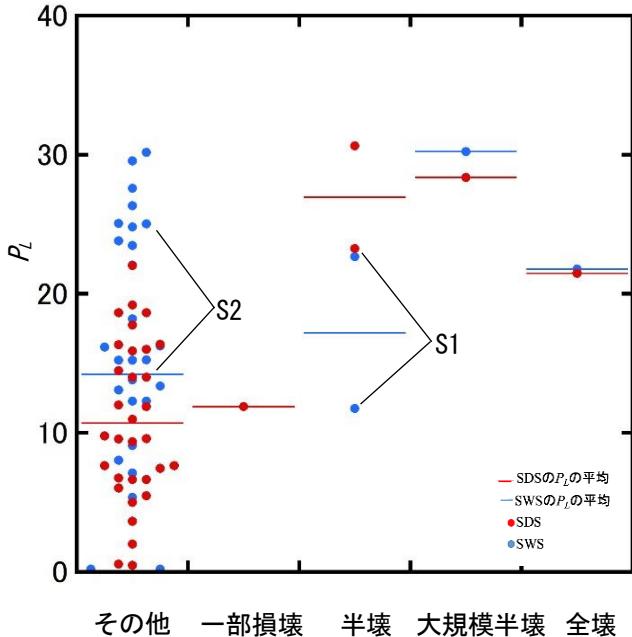


図 4 SWS, SDS 試験による P_L と被害の関係

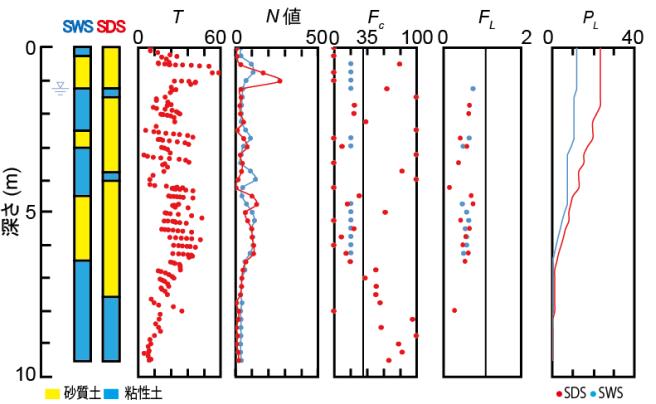


図 5 半壊地点(S1)における液状化判定結果の深度分布

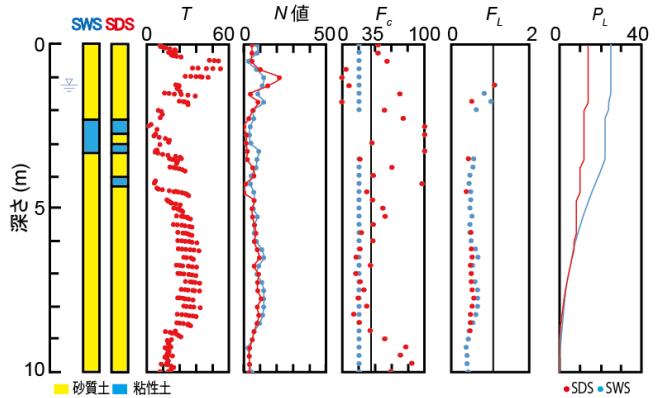


図 6 被害が軽微な地点(S2)における液状化判定結果の深度分布