

ソイルセメントの柔らかさを測定するための重錘貫入試験の開発

東京都市大学 学生会員 ○柴田健吾 正会員 末政直晃
TRD 工法協会 非会員 木下文男

1. はじめに

ソイルセメント連続地中壁工法(以下 TRD 工法と示す)がある。この工法は事前に地上から地下の壁を造成するものである。掘削残土とセメントミルクを混合攪拌することによって造成される。図1にソイルセメント連続地中壁を示す。この連続壁には土留め壁、止水壁の構造的機能・止水機能がある¹⁾。現在、現場においてセメントの柔らかさ測定器としてテーブルフロー試験が用いられているが、測定の際に時間がかかるといったデメリットが存在し、現場ではより素早く簡単に測定する試験方法が求められている。そのため本研究ではソイルセメントの柔らかさを測定するためのボール貫入試験の開発を検討する。大石らの研究²⁾から TRD 工法でソイルセメントの柔らかさ測定試験として用いられているテーブルフロー試験と柔らかさを測定するために用いられているボール貫入試験から同様の試験結果を得られた。このことからボール貫入試験機を改良することにより、現場で使用できる試験機が開発可能と考え、ボール貫入試験機を基に新しい実験装置を開発することを目標とする。本報告ではその試験に利用するための重錘を選定するために、模型実験を実施した。



図1 ソイルセメント連続地中壁

2. 実験概要

図2に使用した重錘を示す。また重錘の詳細を表1に示す。重錘の性能比較を行うため、①～④の球状重錘には①との体積比が1～4倍のものを使用し、また重さが十分でないと仮想軟弱地盤に貫入しない恐れがあるため①の球体と直径、断面積が同じで質量比が4倍の⑤、③の球体と直径、断面積が同じで質量比が4倍の⑥を使用し、貫入および引抜実験を行った。貫入、引抜には載荷試験機(島津製作所製オートグラフ)を使用し、重錘をピアノ線で吊るし、高さ65cm、直径20cm、含水比45%から65%まで5%ずつ変化させた仮想軟弱地盤に対して、貫入深さ30cm、速度5.0mm/sec、7.5mm/secで貫入試験を行った。また貫入試験後に続けて引き抜き試験を速度10.0mm/sec、15.0mm/secで行い、重錘の性能比較を行った。また実験開始前には重錘を手で持ち上げて無負荷状態にしてロードセルのゼロ点補正を実施した。これによりピアノ線に作用する重錘の重量変化を計測することとした。



図2 使用した重錘

表1 使用した重錘の詳細

	直径(mm)	質量(g)	体積(mm ³)	①との体積比
①	28.57	97.7	641	1
②	41.27	291.5	1337	2
③	50.8	549.1	2026	3
④	57.15	770	2564	4
	直径(mm)	質量(g)	断面積(mm ²)	①との質量比
①	28.57	97.7	641	1
⑤	28.57	387	641	4
	直径(mm)	質量(g)	断面積(mm ²)	①との質量比
③	50.8	549.1	2026	1
⑥	50.8	2170	2026	4

3. 実験結果

キーワード： TRD 工法, 重錘, 貫入試験, 青粘土

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104 E-mail:g1618042@tcu.ac.jp

試験結果を図3,4に示す。ここで含水比45%の地盤では重錘①～⑤では試料への貫入が、重錘⑥では十分な深さまでの貫入が確認できず、含水比50%では重錘①～②で十分な深さまでの貫入が確認出来なかったため、これらのケースの実験結果を除いた。

図3,4にはそれぞれ重錘③と⑥の深度と重錘重量の関係を示す。横軸は重錘重量であり、図中の○印が開始点(値は重錘重量)を示している。重錘の貫入により重錘が抵抗力を受けるため、重量が減少するが、引き上げ時には貫入時に生じた空隙のためほとんど無負荷で引き上げられる(重錘重量と同じ)様子が示されている。図3における含水比50%のケースに着目すると深度が75mm地点から重錘重量がマイナスになっている。このことから含水比50%時には重錘③が十分な深度まで貫入しなかったことが示されている一方、図4では全てのケースにおいて重錘重量がマイナスにならない。よって重錘⑥のケースでは十分な深度まで貫入が行われていたことが確認できる。また深度が200mm以上になると、含水比が上昇するにつれて重錘重量が一定になる傾向がみられた。なお、同含水比で貫入および引抜速度を変化させたケースと比較した結果、重錘重量の値にほとんど変化がみられなかったため、貫入速度の影響は低いと考えられる。

図5に貫入抵抗圧力と含水比の関係を示す。この時の貫入抵抗圧力は貫入深さ0mm地点の重錘重量から270～300mm地点の重錘重量の平均値を引いた値を重錘の投影面積で除したものである。この結果から、含水比が大きくなり、非排水強度が低下するにつれ、貫入抵抗圧力の低下がみられた。また重錘⑤、⑥は貫入抵抗圧力が他の重錘と比べ大きくなっている。これは他の重錘と異なり、弾丸型であるため、周面摩擦が働くためである。またこのグラフ上に近似曲線を引いた場合、重量が最も小さい重錘①を除く球状重錘②～④と弾丸型重錘⑤、⑥の結果はそれぞれ同じ傾向がみられた。

図6に貫入抵抗圧力と最大貫入圧力の関係を示す。このグラフ上に45度線を引いた際に、重錘①～⑤において45度線に重なっている実験値または、下側に実験値が集まっているケースが確認できた。この45度線に重なっている場合、計測が不能、または錘が軽すぎたケースであると考えられる。そのため本実験において計測が十分に行えたケースは重錘⑥における実験であったと考えられる。

4. まとめ

今回の試験結果から重錘貫入試験に適している重錘は十分な深さまで貫入が確認できた重錘⑥であり、含水比の違いを確認することができた。

<参考文献>

- 1) 地中連続壁工法 https://www.renpeki.jp/wall_appli/html (閲覧日 2020年1月9日)
- 2) 大石ら, セメント系改良土の固化遅延に関する研究, 2019/3

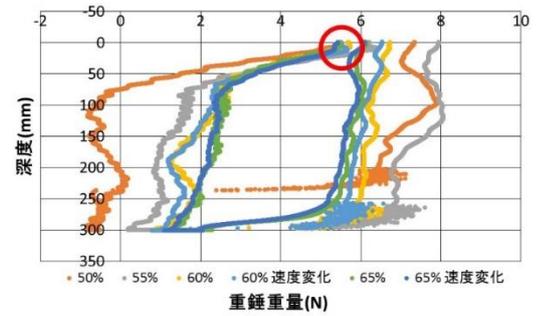


図3 重錘③における深度-重錘重量の関係

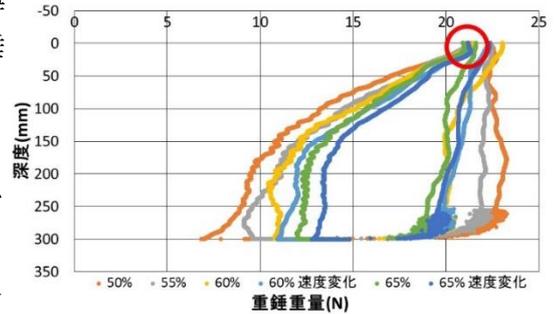


図4 重錘⑥における深度-重錘重量の関係

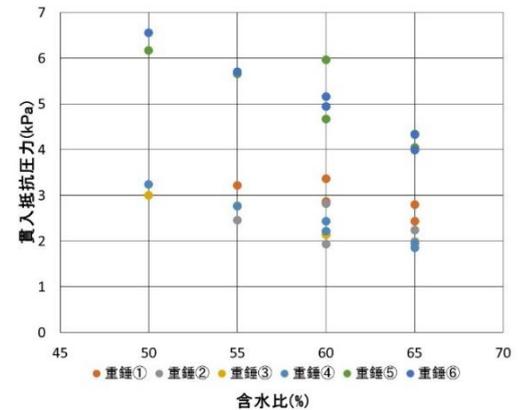


図5 貫入抵抗圧力と含水比の関係

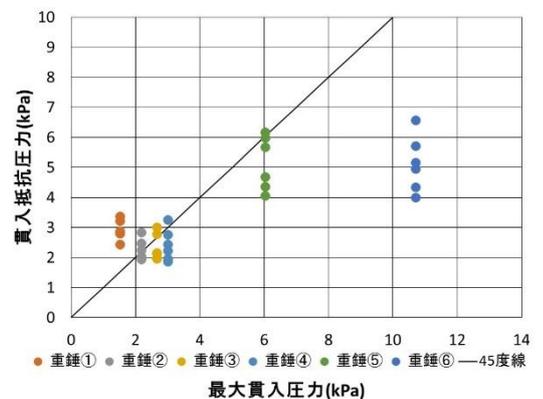


図6 貫入抵抗圧力と最大貫入圧力の関係