

地盤材料の違いが胴締めまたはジャーミングに及ぼす影響

鹿島建設(株) 正会員 ○久保田光太郎 永谷英基
中央開発(株) 正会員 北村良介 王寺秀介 荒井靖仁 高田 誠

1. はじめに

シールドマシンにおける胴締めやボーリングあるいは杭打ちにおけるジャーミングは、周辺地盤の拘束によって掘進・掘削が不能となる現象である。これらが発生すると、シールドマシン推力の増大による掘進停止や杭の高止まりなどのトラブルが生じて重大な問題となる。国内においては大阪の「コス」や鹿児島島の「しらす」の地盤で、当該現象が顕著に発生することが知られている。筆者らは、模型地盤での回転貫入試験法を考案、実施し、胴締めまたはジャーミングの発生メカニズムや対策手法について検証してきた¹⁾²⁾。本報では、当該現象への地盤材料の違いによる影響を検証した結果について報告する。

2. 地盤材料

今回は、当該現象における地盤材料の違いによる影響が明確になるように、胴締めが発生しやすい「しらす」、胴締めが発生しやすく粒度の悪い(粒度の揃った)「東北珪砂7号」、および粒度をしらすと同程度にした「粒度調整試料」の三種類を用いて試験した。図-1に各材料の粒径加積曲線を示す。しらすは鹿児島市内で採取した一次しらすのうち37.5mmふるいを通過したものを使用した。

粒度調整試料は稲城砂に碎石とカオリン粘土を混合して作製した。

3. 回転貫入試験

回転貫入試験法は、模型地盤にコアロッドを回転貫入させてせん断力を与えるものである。試験装置概要を図-2に用いた試料と模型地盤の物性を表-1示す。胴締めの要因となるダイレイタンスは密な地盤で生じやすいため、締固め度95%を目標としてハンドタンパーで締め固めた。なお、粒度調整試料は密な状態に加え、緩い状態でも試験を行った。模型地盤作製後、地盤底面から通水、飽和させ、油圧ジャッキで上載圧100kPaを載荷した。回転貫入装置には一定速度で自動的に貫入可能なコアドリルを用いた。コアロッドは直径50mmで刃口に余掘り1mmを設けている。試験はコアドリルモーターの電流値30%から開始し、コアロッドの回転が止まるごとに電流値を10%ずつ上げていき、電流値100%においてそれ以上の回転貫入が不能となった時点で終了とした。試験中はコアロッドの回転トルクを測定した。また、土槽境界の影響を排除するために貫入量は模型地盤表面から模型地盤の中心に到達する300mmまでとした。

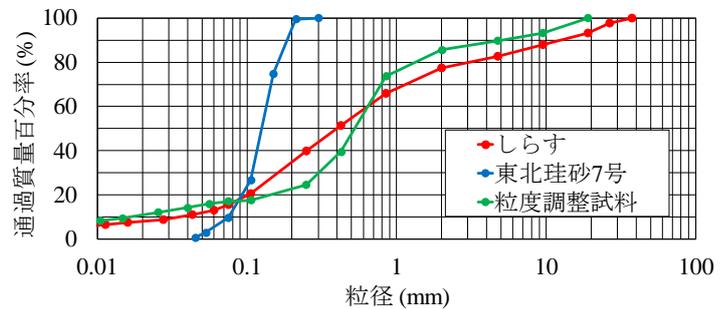


図-1 粒径加積曲線

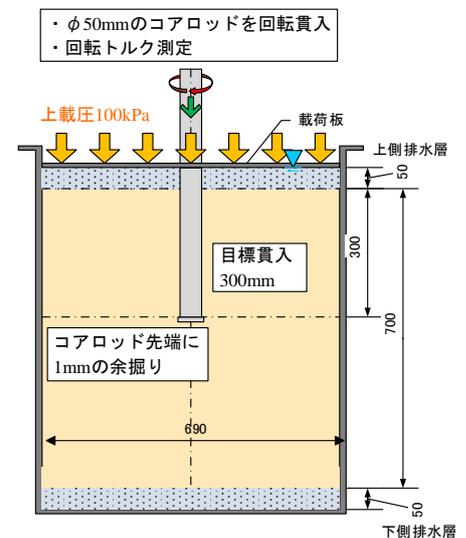


図-2 試験装置概要

表-1 模型地盤物性

地盤材料	回転貫入試験				一面せん断試験		
	ρ_s (g/cm^3)	ρ_d (g/cm^3)	Dc (%)	e	ρ_d (g/cm^3)	Dc (%)	e
しらす	2.37	1.18	98.7	1.01	1.18	98.2	1.02
東北珪砂7号	2.65	1.48	98.6	0.79	1.54	102.4	0.72
粒度調整試料(密)	2.66	1.90	93.2	0.40	1.96	96.2	0.36
粒度調整試料(緩)	2.66	1.50	73.6	0.77			

キーワード 胴締め, ジャーミング, しらす

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6482

4. 試験結果

図-3 にコアロッドの貫入量と回転トルクの関係を示す。いずれもコアロッドの貫入が進むにつれて回転トルクが増加している。間隙比はしらす>東北珪砂7号=粒度調整試料(緩)>粒度調整試料(密)の順であるが、貫入不能となった貫入量は、東北珪砂7号>しらす>粒度調整試料(密)の順であり、粒度調整試料(緩)では貫入不能とはならなかった。間隙比が小さいほど地盤が密になっているが、しらすと東北珪砂7号では間隙比と貫入量の大小が逆転しており、間隙比が同程度の東北珪砂7号と粒度調整試料(緩)では回転トルクの大きさに差が生じた。

5. 定圧一面せん断試験によるダイレイタンスーの評価

回転貫入試験の結果を考察するために、垂直応力 100kPa で定圧一面せん断試験を実施した。図-4 にせん断変位と垂直変位の関係を、図-5 に垂直変位とせん断応力の関係を示す。図-4 により、しらすは

他の二つの試料と比較して最も膨張量が大きく、正のダイレイタンスーが大きいことが分かる。これは、しらすが角張った粒子形状であることによると推察される。また、図-5 に示すように、しらすは同じ垂直変位に対するせん断応力が大きいことが分かる。これは、図-4 に示したようにしらすの正のダイレイタンスーが大きいことによると考えられる。図-3 において、東北珪砂7号よりもしらすの方がより浅い位置で貫入不能となったのは、しらすの方が正のダイレイタンスーが大きく、より大きなせん断応力が働いたためと考えられる。一方、粒度調整試料(密)は最も浅い位置で貫入不能となったが、他の二つの試料と比較して正のダイレイタンスーは小さかった。このことから、この貫入不能の原因はダイレイタンスーに起因する周面摩擦抵抗の増加によるのではなく、間隙比が小さい密な地盤であるため先端抵抗が大きくなったためと推察される。

6. まとめ

試験によって、地盤材料の違いが胴締めまたはジャーミングに及ぼす影響を確認した。しらすと同程度に粒度を調整した材料(粒度調整試料)を用いると間隙比が小さい密な地盤となるが、正のダイレイタンスーはしらすよりも小さかった。また、しらすは東北珪砂7号より正のダイレイタンスーが大きく、胴締めまたはジャーミングが発生しやすいことが示された。以上のことから、胴締めまたはジャーミングの発生を予測するには、材料の粒度の差のみで判断するのではなく、ダイレイタンスーの違いも考慮する必要があることが分かった。

参考文献

- 1) 永谷英基ら：しらす地盤における胴締め発生メカニズム，土木学会第73回年次学術講演会，VI-179，pp.357-358，2018
- 2) 中島悠介ら：余掘りによるシールドマシンの胴締め圧力低減効果，土木学会第73回年次学術講演会，VI-180，359-360，2018

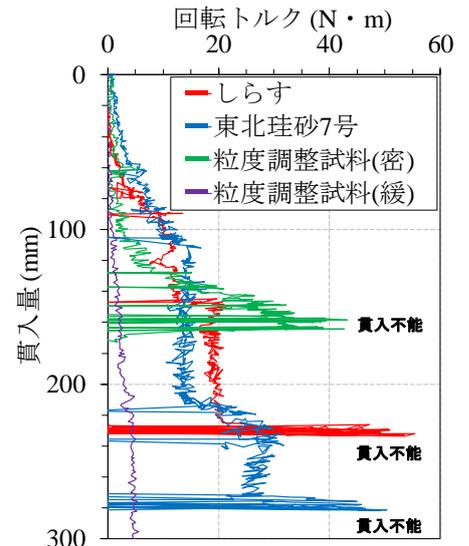


図-3 貫入量とトルクの関係

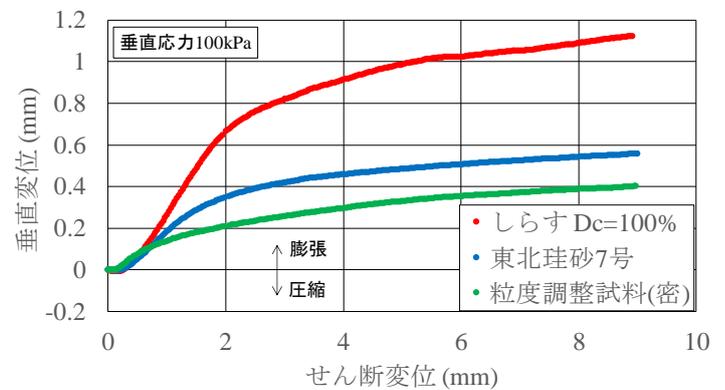


図-4 せん断変位と垂直変位の関係

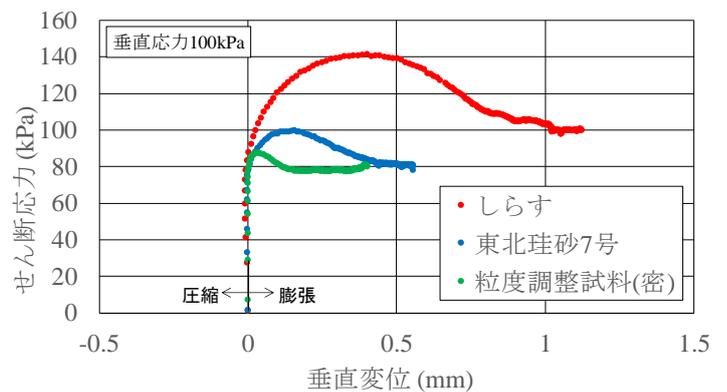


図-5 垂直変位とせん断応力の関係