

中間土のコーン係数 N_{kt} に及ぼす貫入速度の影響

中央大学 学生会員 遠藤 崇央
 中央大学 正会員 斎藤 邦夫
 中央大学 正会員 石井 武司

1. はじめに

地盤の設計に用いる強度定数は、土の排水条件に依存し、砂と粘土の排水条件は完全排水条件と非排水条件とに区分される。しかしながら、砂か粘土か判別し難い中間土では、排水条件の判断が難しい。また、 I_p が小さくなると、排水の影響によりコーン先端抵抗 q_t が大きくなる。その一方、試料が乱れ易く非排水せん断強度 s_u を過小評価し、 N_{kt} の値を増加させることが予想される。そこで、本研究では人工的に I_p を調整した中間土に対し、1.0 cm/sec, 0.15cm/sec の速度でコーンを貫入し、同時に実施した一軸圧縮試験から求めた s_u と共に N_{kt} を求め、 N_{kt} に及ぼす部分排水の影響を調べた。

2. 使用試料

本研究で使用した試料の物性値を表-1 に示す。塑性指数 I_p の違いが排水条件や N_{kt} にどのような影響を与えるかを調べるため、 I_p の異なる 4 種類の土を用いた。粘性土として、 I_p 40 の夕留粘土 S40 を用いた。中間土は、夕留粘土に砕砂を混合し、人工的に I_p を調整した。試料は I_p の大きさに応じて、それぞれ M20, M12, M8 と呼ぶものとする。尚、砕砂を混合して I_p を調整する際、母材 S40 と砕砂の乾燥重量比が I_p に対して直線関係であることを利用した。塑性指数 I_p と混合率 の関係を図-1 に示す。

表-1 試料の物性値

| 試料名 | S40 | M20 | M13 | M8 | 砕砂 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|
| 土粒子密度 ρ_s (g/cm ³) | 2.70 | 2.65 | 2.65 | 2.65 | 2.65 |
| 液性限界 w_L (%) | 66.4 | 43.3 | 35.8 | 33.6 | |
| 塑性限界 w_p (%) | 27.2 | 23.4 | 23.1 | 25.8 | |
| 塑性指数 I_p | 39.2 | 19.9 | 12.7 | 7.8 | NP |
| 砂分 (%) | 8.5 | 4.0 | 4.5 | 4.0 | 0 |
| シルト分 (%) | 41.5 | 62.5 | 65.5 | 66 | 78 |
| 粘土分 (%) | 50 | 33.5 | 30 | 30 | 22 |

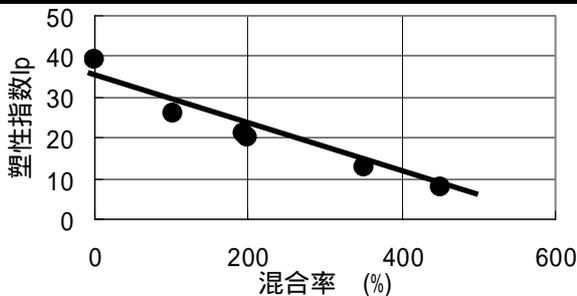


図-1 塑性指数 I_p と混合率 の関係

3. 試験方法

真空脱気した後、試料の含水比をおよそ液性限界の

キーワード 中間土, コーン貫入試験, コーン係数 N_{kt} , 部分排水

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1812

2 倍にそれぞれ調整し、内径 200mm, 深さ 350mm の鋼製円筒容器で圧密圧力 100kPa にて圧密した。その際、円筒容器は内面を研磨処理し、高粘度グリースを塗布することによって、摩擦軽減を図った。圧密終了を 3t 法により判断し、円筒容器の底盤中央の閉塞キャップを取り外し、先端角 60° 直径 = 1.125cm のミニコーンを約 10cm 貫入させた。貫入速度は排水の影響を調べるため、1.0 cm/sec, 0.15cm/sec とした。図-2 に実験装置の概要を示す。

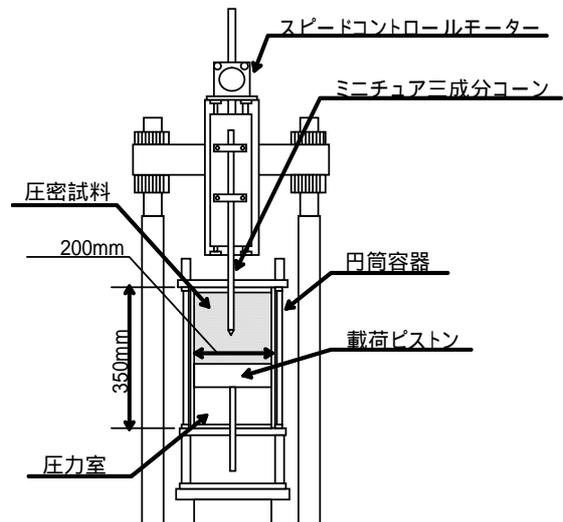


図-2 装置概要

3. 試験結果

図-3, 図-4 は、S40 と M20 に対するコーン貫入試験によって得られた、速度別の先端抵抗 q_t と間隙水圧 u の貫入時挙動である。

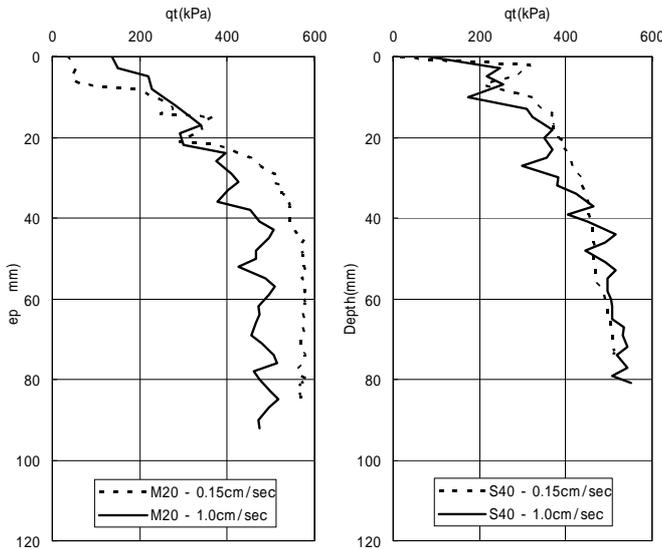


図-3 S40 と M20 の速度別・貫入抵抗 q_t

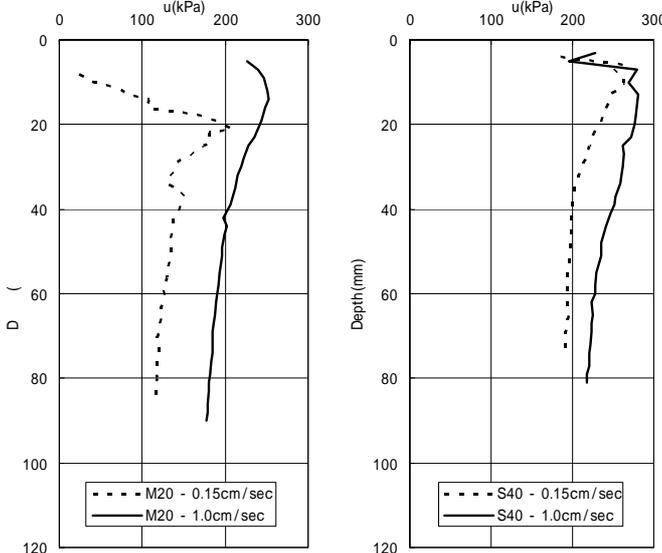


図-4 S40 と M20 の速度別・間隙水圧 u

4. コーン貫入試験による部分排水の影響

貫入抵抗 q_t に関し、図-3 に示す S40 の貫入抵抗 q_t は速度に関係なく同様の値となっている。これに対し M20 では貫入速度が遅い 0.15cm/sec の q_t が 1.0 cm/sec の場合に比べて 20%ほど大きな値となっている。せん断強度のひずみ速度依存性から、貫入速度が速い方が大きい先端抵抗 q_t を示すことが言われているが、これと逆の結果となっている。貫入速度が遅い場合、排水の影響がこれに関係しているものと考えられる。

また、間隙水圧 u に注目すると、S40, M20 共、低貫入速度の場合の間隙水圧値が小さく、M20 でより顕著である。これは I_p が小さくなるほど試料の透水性が大きく、過剰間隙水圧の消散速度が大きくなる

ためと考えられる。貫入速度 1.0 cm/sec に比べ 0.15cm/sec の u の値が小さくなる原因としては、低速度で貫入する方が、過剰間隙水圧の消散を許容してしまうためと考えられる。

5. 部分排水がコーン係数 N_{kt} に及ぼす影響

コーン貫入試験後に模型土槽から取り出した試料に対して、一軸圧縮試験(UCT)を行った。これにより測定した非排水せん断強度 s_u と先端抵抗 q_t より、次に示す(1)式からコーン係数 N_{kt} を算出した。

$$N_{kt} = (q_t - \sigma_{v0}) / s_u \dots\dots(1)$$

ここで σ_{v0} は鉛直土被り圧(全応力)である。日本の海成粘土の N_{kt} は 8~18 に分布することが、深沢らの研究²⁾で報告されている。しかしながら、図-5 に示した本研究の N_{kt} は、 I_p の低下に伴い増加していることがわかる。これは、4. で述べたいわゆる部分排水の影響による q_t の増加と、UCT に至るまでに応力開放・トリミングによる乱れを受け、 s_u を過小評価したことが相乘的に関係したことが原因と考えられる。

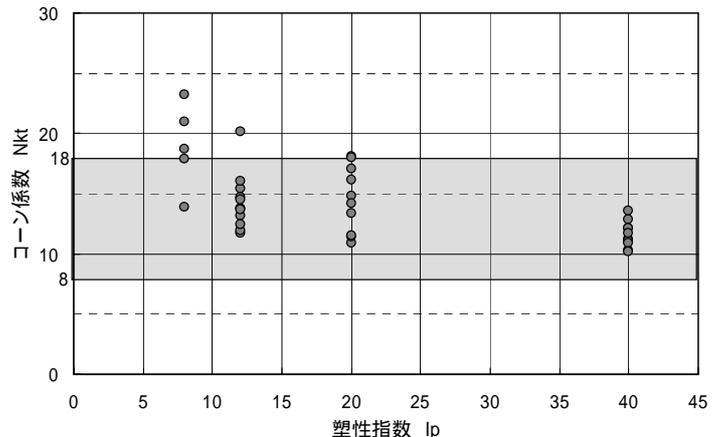


図-5 コーン係数 N_{kt} と塑性指数 I_p の関係

6. まとめ

- ・コーン貫入速度によって I_p の小さな試料では部分排水の影響が大きく、 q_t を過大評価してしまうことが確認できた。
- ・ I_p の小さな試料ほど乱れの影響が大きく、 s_u を過小評価してしまうことが確認できた。
- ・上記の、 q_t の過大評価と s_u 過小評価から、部分排水の影響を受ける中間土では、コーン係数 N_{kt} の値を過大に評価していることが考えられる。

参考文献 1)末政直晃：粘性土地盤におけるコーン貫入試験に関する基礎的研究 東京工業大学学位論文 1992, 2)深沢健：粘性土地盤におけるコーン貫入試験の適応性に関する実証的研究 東亜建設工業技術研究所 地盤環境研究室論文集 2004