

有明海沿岸低平地域における完新統の摩擦性に関する基礎的検討

佐賀大学理工学部 ○学 山口 命

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野剛徳

1. はじめに 佐賀県政下の有明海沿岸道路建設プロジェクトにおいて、盛土の側方変形に関する実測値と予測値の間の不一致に悩まされる機会が少なくない。この原因として、限界状態の応力比Mの求め方に関する問題が指摘されはじめている¹⁾。また、有明海沿岸低平地域における完新統のユニークな性質として、高鋭敏性、高圧縮性ととも高摩擦性を有することが指摘されている^{2),3)}。本報では、これらのような摩擦性に関する理解の混迷の解消を図る端緒として、最新のボーリングデータに基づいて摩擦性の現状に関する基礎的な検討を行った結果について述べる。

2. 本検討の対象とした地盤の概略設計パラメータ

図-1に、本検討の対象とした地盤の基準ボーリング (No.3⁴⁾) からの概略設計パラメータを示す。下位から完新統かつ非海成の蓮池層下部 aH_l、同様に海成の有明粘土層 aA_c、非海成の蓮池層上部 aH_u のように区分され、非海成の上部更新統に区分される三田川層 dM に重なる。自然含水比 w_n、液性限界 w_L および塑性限界 w_p からなるコンシステンシー特性の観点から、完新統全体として w_n が w_L を上回り、液性指数 I_L は 1 を超えている。圧縮指数 C_c はほとんどが 1 以上の値であり、最大で 2 程度のもを示し、圧縮性の高いことがうかがえる。

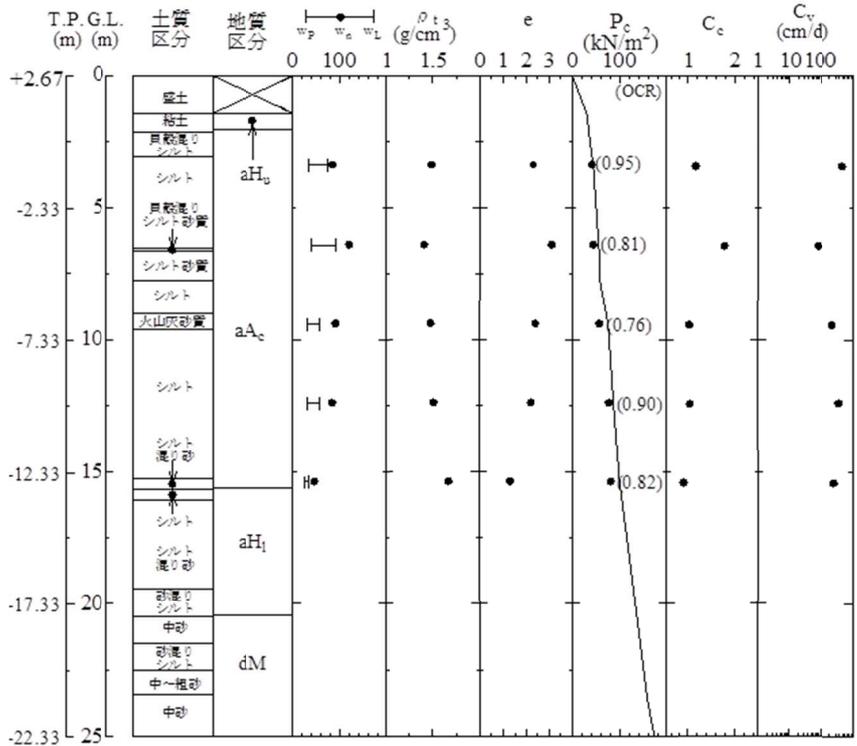


図-1 基準ボーリング No.3 における概略設計パラメータ

3. 塑性指数と sin φ' の関係 限界状態の応力比Mを M_{cam} と呼ぶ。M_{cam} (= 6sin φ' / (3-sin φ')) から換算した内部摩擦角 φ' は φ'_{cam} と呼ぶ。ここで、有効応力経路上で切片を有する限界状態線から求められるMはM_{camq} (内部摩擦角として表す場合は φ'_{camq}) と呼び、切片を有さない (q=0) 限界状態線から求められるMはM_{cam0} (φ'_{cam0}) と呼ぶ。モール・クーロンの破壊包絡線から求められるMについてはM_{mor} (φ'_{mor}) と呼ぶことにする。まず、それぞれの内部摩擦角を塑性指数 I_p との関係で示した²⁾ものが図-2である。同図より、同一 I_p 上においては sin φ'_{cam0} の値が最も高くプロットされ、次いで sin φ'_{camq}, sin φ'_{mor} の順で値がプロットされる。それでもなお、世界各地の結果に基づいてまとめられた同図中の相関式²⁾に

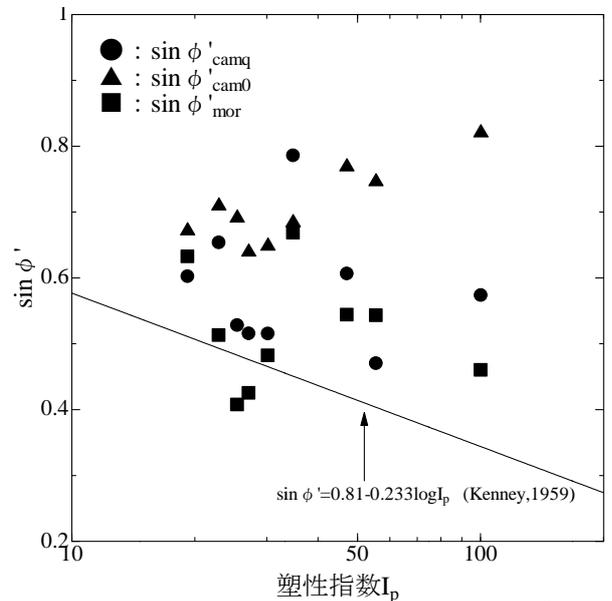


図-2 sin φ' と塑性指数 I_p の関係²⁾

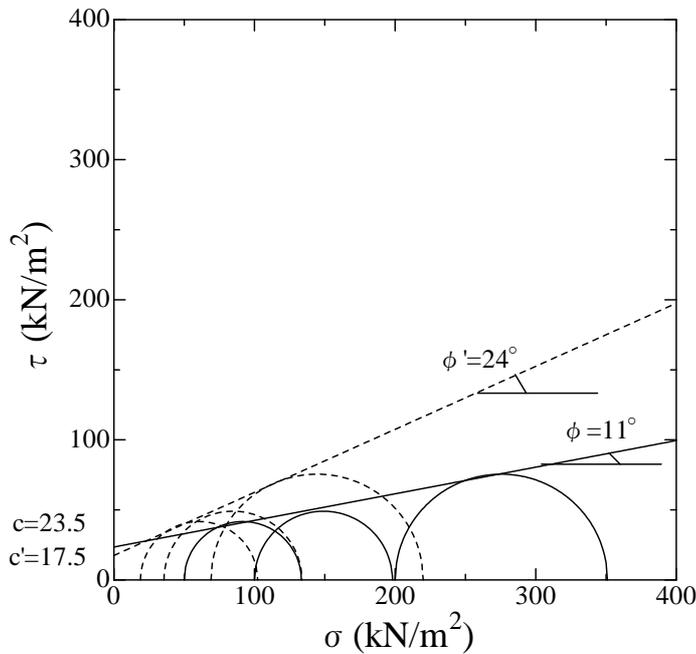


図-3(a) モール・クーロンの破壊包絡線の場合の ϕ'

照らせば、有明海沿岸低平地域における完新統の摩擦性は高鋭敏性・高圧縮性を有するにも関わらず高い³⁾ことが再認識される。

4. 限界状態の応力比Mに関する検討

柴は、カムクレイモデルの降伏関数・塑性ポテンシャル関数における内部摩擦角の影響について次のように指摘している³⁾。すなわち、 $(\sigma'_a + \sigma'_r)/2 \sim (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$ 関係において、内部摩擦角が小さく評価される場合 (M_{camq}) から大きく評価される場合 (M_{cam0}) にかけてせん断ひずみおよび体積ひずみの比が小さくなる。結果として、沈下量の予測に際し、前者は後者に比べて側方変位を過大評価する。図-3(a), (b)に、本検討に供した粘性土から得られたモール・クーロンの破壊基準および有効応力経路の一例を示す。図-4に、各Mを比較した結果を示す。同図より、 M_{camq} と M_{mor} は、理論上は1:1の関係にあると考えられるが、実際には1.2:1と前者の値が後者に比べて若干高く得られている傾向がうかがえる。同様に、 M_{cam0} との間については1.5:1の関係が得られることから、内部摩擦角の求め方次第で異なる値が得られることに注意が必要になると考えられる。

5. おわりに

本報で得られた知見を要約すると、次のとおりである：1) $\sin \phi'$ と塑性指数 I_p の関係から、有明海沿岸低平地域の完新統は高鋭敏性・高圧縮性を有するにも関わらず、高摩擦性であることが再認識された；2) 有効応力経路およびモール・クーロンの破壊基準から求められる内部摩擦角の値は異なり、さらに有効応力経路に基づく内部摩擦角の求め方の違いによっても同値は異なる。本報における検討では、前者の場合 1.2:1、後者の場合 1.5:1 の関係を得た。

謝辞：本報の検討に際し、国土交通省九州地方整備局佐賀国道事務所からデータを提供していただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献：1) 柴：軟弱地盤，軟弱地盤研究会，No.11，pp.57-62，2014。；2) Kenney, T. C. : Discussion, Proceedings of the ASCE, Vol.85, No.SM3, pp.67-79, 1959。；3) 三浦ら：佐賀大学理工学部集報，第19巻，第1号，pp.65-74，1990。；4) 中里ら：平成26年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，2015（投稿中）。

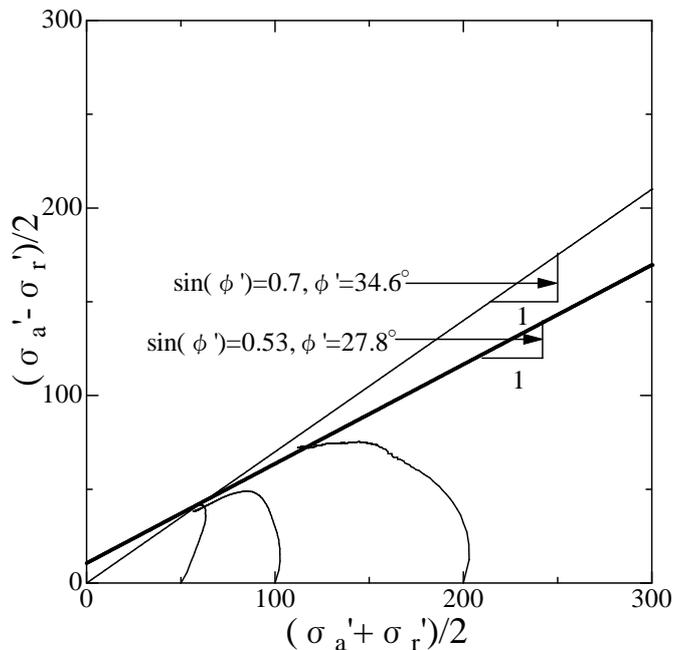


図-3(b) 有効応力経路の場合の ϕ'

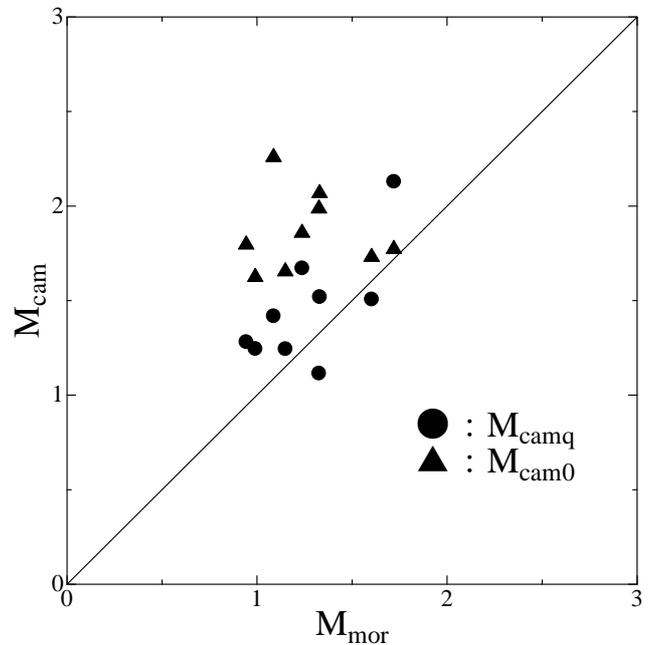


図-4 限界状態の応力比Mの比較