

フラット・ダイラトメーター試験による土質分類とその信頼性

岩崎公俊*・亀井健史**

フラット・ダイラトメーター試験(DMT)は、簡便、安価、迅速で、多くの土質定数が評価可能となるため、欧米を中心に高く評価されている。この試験では、土質定数推定の際に土質判別が非常に重要な要素となる。本研究では、国内の実測データに対してDMT結果に基づいた既往の土質分類方法を適用し、その信頼性を検討している。また、新しい分類手法を提案し、その手法の妥当性についても考察している。

Key Words : flat dilatometer, in situ test, sounding, soil classification

1. はじめに

原位置試験は、室内土質試験においてしばしば問題となる試料採取に伴う応力開放による乱れが少ないこと、深度方向にある程度連続した土質データが測定できること、さらに原位置の応力状態で試験が行えること等の利点を有するため、地盤の原位置強度・変形特性を評価する際に多く用いられている。

いま、一般的な土質分類手法に着目すると、原位置における試料のサンプリングと室内における粒度試験といった流れが通常実施されている。しかしながら、このようなプロセスにおいては必然的に経済性、迅速性等の面から問題が生じる場合も少なくない。一方、原位置試験の多くは土の強度・変形特性に関する試験手法がその主流を占めており、土質分類可能な原位置試験は比較的少ないのが現状である。最近実務において実績を有している原位置における代表的な試験手法の一つとして電気式静的コーン貫入試験(CPTU)が挙げられよう。このCPTUでは、土質分類に際してコーン貫入抵抗、間隙水圧および周面摩擦抵抗の大きさが土の粒径に依存していること等に基づいた土質分類基準が提案されており、その判定基準の信頼性に関しては多くの研究者によって報告されている¹⁾。

一方、フラット・ダイラトメーター試験(DMT)²⁾は、簡便性、迅速性、結果の再現性および推定される土質定数の豊富さ等に特色がある試験で、欧米を中心に普及しつつある。DMTは、貫入試験に類似したサウンディングであり、貫入抵抗を求めるための試験ではなく、貫入停止後に貫入体に内蔵された載荷板により地盤を水平方

向に載荷する試験である。なお、この試験では土質定数に関する各推定式が土の種類に大きく依存するため、対象とする土質の分類を誤ると土質定数の推定精度が著しく低下する恐れがある。このことからDMTでは原位置における土質を正しく分類することが非常に重要な要素となる。DMTによる土質分類は、通常、その結果から得られる材料インデックス I_D を用いて行われるが、その判定精度についてはこれまで十分な検討がなされているとはいえない。

本研究では、国内で実施された11箇所の原位置DMT結果および室内土質試験結果に対して、DMT結果に基づいた既往の土質分類方法²⁾を適用することにより、その信頼性を検討している。また、CPTUに関する既往の研究成果を取り入れたDMTによる新しい土質分類方法を提案し、その手法の妥当性についても考察している。

2. フラット・ダイラトメーター試験による既往の土質分類方法

DMTは、鋼製のブレードを所定の深さまで貫入し、貫入後ブレード中央部に取り付けられた鋼製メンブレンを、その中央部のたわみが1.1mmになるまで膨張させ、地盤を水平に載荷する試験である。得られた測定値より、以下に示すダイラトメーター・インデックスが計算される^{2),3)}。

①材料インデックス(Material index)

$$I_D = (p_1 - p_0) / (p_0 - u_0) \dots\dots\dots (1)$$

②水平応力インデックス(Horizontal stress index)

$$K_D = (p_0 - u_0) / \sigma'_v \dots\dots\dots (2)$$

③ダイラトメーター係数(Dilatometer modulus)

$$E_D = 34.7(p_1 - p_0) \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 p_0 、 p_1 はそれぞれ膨らみ始めおよびメンブレン中央部が1.1mm膨らんだときの圧力である。また、 u_0 は静水圧、 σ'_v は有効土被り圧である。

* 正会員 工修 基礎地盤コンサルタンツ(株)技術センター
地盤調査研究室長(信州大学大学院工学研究科博士後期課程)
(〒145 大田区石川町2-14-1)

** 正会員 工博 基礎地盤コンサルタンツ(株)技術センター
地盤物性研究室長

Table 1 Soil classification based on I_D value (Marchetti, 1980)²⁾

Peat or sensitive clays	Clay		Silt			Sand	
		Silty	Clayey		Sandy	Silty	
I_D value	0.10	0.35	0.6	0.9	1.2	1.8	3.3

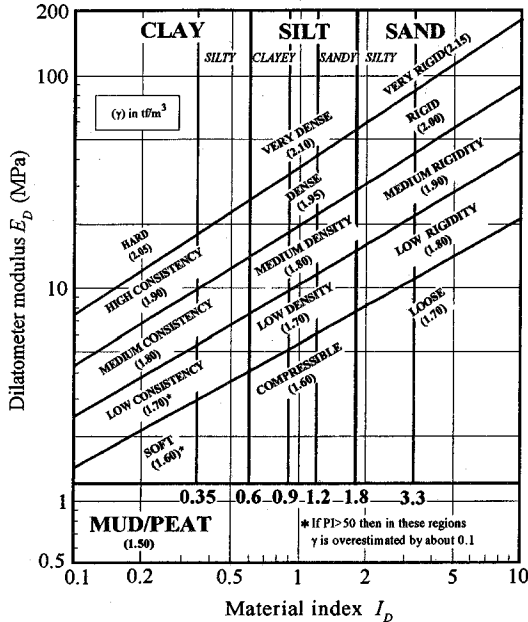


Fig.1 Chart for determination of soil description and unit weight (Marchetti and Crapps, 1981)⁴⁾

Marchetti(1980)²⁾は、上記のDMT測定結果に基づいて I_D 値を指標とした、Table 1に示したような土質分類基準を提案している。また、Fig.1⁴⁾は、 E_D 値と I_D 値との関係から土質分類を行うもので、Table 1の発展形といえるものである。Fig.1では、 I_D 値を用いておもに粒径に関して土質を分類し、さらに、締まり具合あるいは硬軟に関して E_D 値を用いて土質を細分類している。なお、この図は土の単位体積重量の推定にも利用される。

Fig.2は、原位置 DMT 結果より得られた I_D 値の深度分布の一例²⁾を示している。図中の $I_D=0.6$ および 1.8 に対応する鉛直の点線は、Table 1で定義したMarchettiの土質分類基準に基づき、それぞれ粘土-シルトおよびシルト-砂の境界を示している。これによると、 I_D 値は砂で大きく粘土で小さくなっており、Table 1による詳細な分類には一部合致しない点が認められるものの、工学的には、Table 1の基準はかなり精度が高いものと考えられる。しかしながら、この例に関する限り、Table 1による分類はある意味で細分類しすぎるといえる。

Davidson and Boghrat(1983)⁵⁾は、間隙水圧計を取り付けたブレードを用いたDMT結果より、 I_D 値とブレード

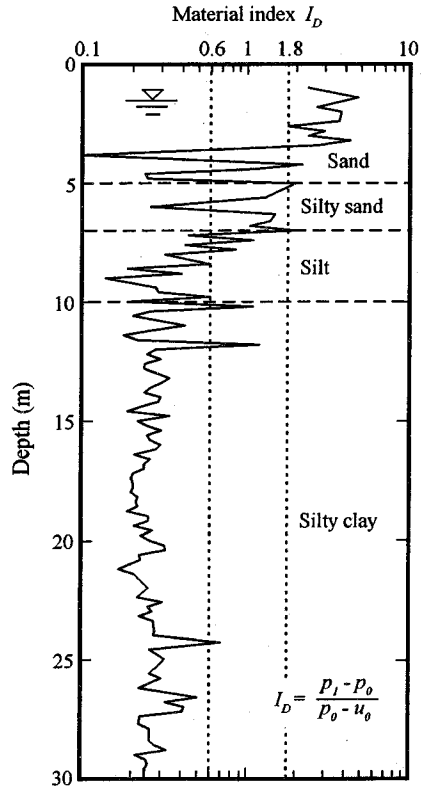


Fig.2 Profile of I_D (Marchetti, 1980)²⁾

貫入直後から1分経過後の間隙水圧の消散割合との関係をFig.3のように示した。この図によると、 I_D 値の増加に伴い間隙水圧の消散割合は大きくなり、 I_D 値が1.8を越えると急激に増加する傾向が認められる。間隙水圧の消散割合は地盤の透水性に依存しているため、 I_D 値は透水性と深く関係した粒度特性を表現しうるパラメーターと判断できる。

一方、Lutenegger and Kabir(1988)⁶⁾は、DMTによる土質分類基準として、DMT測定値 p_2 を用いた次式のような間隙水圧インデックス U_D を提案している。

$$U_D = (p_2 - u_0) / (p_0 - u_0) \dots \dots \dots (4)$$

ここで、 p_2 値は、除荷後にメンブレンがブレードに接するときの圧力であり、ブレード貫入後の近傍地盤の間隙水圧とほぼ等しいことが指摘されている^{6), 7)}。また、 p_2 値は、ブレードを貫入した後引き続いて行われるメンブレン載荷試験後に測定される値であるため、ブレード貫入後約1分程度経過後の測定値となる。そのため、Fig.3から類推されるように透水性の良い砂では貫入に伴って発生する過剰間隙水圧が急激に消散するため p_2 値は静水圧にほぼ等しくなり、逆に透水性の悪い粘土では、過剰間隙水圧の消散がほとんどないため、 p_2 値は静

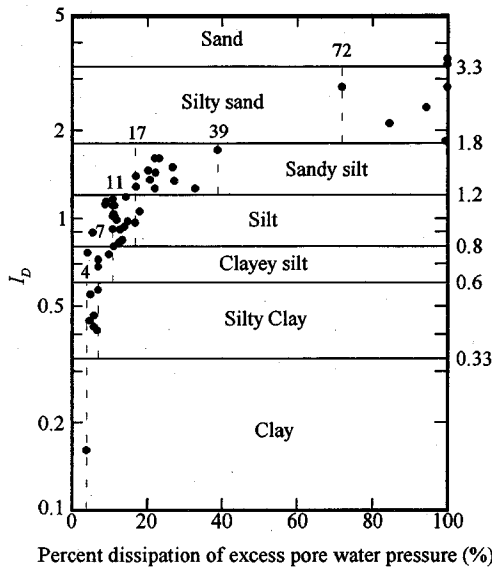


Fig. 3 Degree of dissipation of excess pore water pressure 1 min. after penetration as a function of I_p (Davidson and Boghrat, 1983)⁹⁾

水圧に過剰間隙水圧を加えたものに近いものとなるといわれている⁷⁾。このため、 U_D 値は砂で小さく粘土で大きな値を示すことになり、土層区分に有用であると指摘されている⁶⁾。このような傾向は、すでにCPTUにおいて測定される間隙水圧に関しても認められている⁸⁾。しかしながら、 U_D 値を用いた定量的な観点からの具体的な土質分類基準はこれまでに示されておらず、実用化するまでには至っていないのが現状である。

Fig. 4は、米国東部における U_D 値の深度分布の一例を示している⁶⁾。この図によると、 U_D 値は砂で小さく粘土で大きな値を示しており、先述した傾向と一致している。また、このデータに関する限り、 $U_D < 0.1$ が砂、 $U_D > 0.4$ が粘土として明瞭に判別分類できそうである。

3. 実測データに基づく既往分類方法の検討

前記の I_p 値および U_D 値を指標としたDMTの土質分類方法について、国内の沖積地盤における実測データに基づきそれらの分類基準の妥当性を検討する。これらのデータは、北海道、宮城、埼玉、千葉、東京、神奈川、京都、大阪および兵庫の各都道府県における臨海地区を主体とした沖積地盤から得られたものである。なお、実測データは、深度30m以浅の粘性土および砂質土を対象とした。

ただし、今回の土質分類は、実際の設計に最小限必要な分類が行えることを主目的と考え、粘土、中間土および砂の3種類に分類するものとした。また、原位置試験においてはあまり詳細な分類を行うより、このような基本的な分類を精度よく迅速に行うことがより重要である

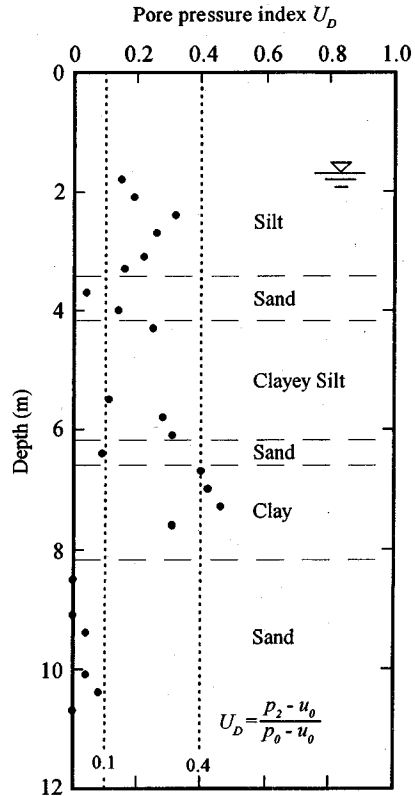


Fig. 4 Profile of U_D (Lutenegeger and Kabir, 1988)⁶⁾

と考えられる。なお、この分類方法としては、一連の室内試験結果に基づき砂含有量を用いたつぎの判断基準を用いるものとした⁹⁾。

- 粘土 : 砂分<50%
- 中間土 : 50 ≤ 砂分 < 80% (5)
- 砂 : 砂分 ≥ 80%

Fig. 5は、 I_p 値と近傍で採取された試料による粒度試験結果から得られた砂含有量との関係を示している。図中に示した土質名は上記判断基準にしたがって分類されたものである。図より、砂含有量の増大とともに I_p 値も増加する傾向を示している。また、粘土は $I_p < 0.6$ 、砂は $I_p > 1.8$ に相当し、Marchettiの分類基準は今回の実測データにほぼ適合しているものと判断できる。しかしながら、中間土は $I_p = 0.6 \sim 2$ の範囲にあり、Marchettiの分類基準により分類した場合、中間土の一部が砂として判定される恐れがあることを示唆している。

以上のことより、 I_p 値は土の粒度特性を比較的良好に反映しており、それを用いたMarchettiの土質分類基準は、我が国の地盤に対しある程度適合しているものと判断されるが、中間土についてはその取扱いに注意を要するものと考えられる。

一方、 U_D 値は先述したように分類指標として提案さ

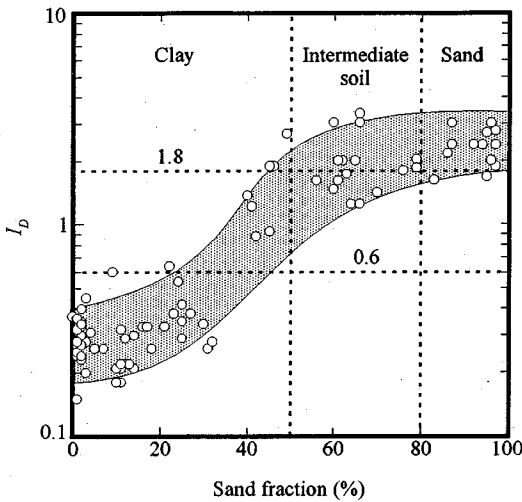


Fig.5 Relationship between I_b and sand fraction

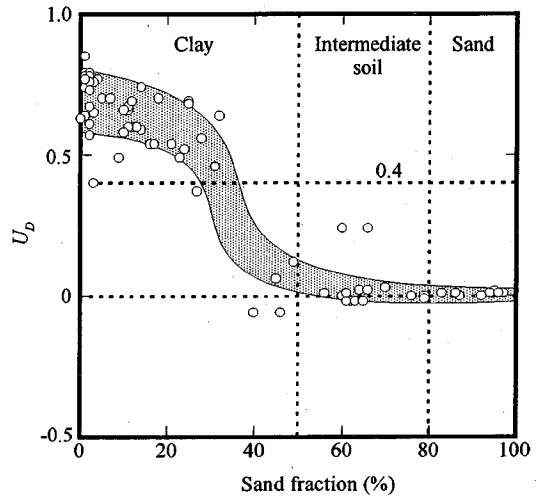


Fig.6 Relationship between U_b and sand fraction

れてはいるが、定量的な意味での判別分類基準はまだ提案されていない。Fig.6は、 U_b 値と上記と同様にして得られた砂分含有量との関係を示している。これによると、砂および中間土に対しては、 U_b 値はほぼ0付近の値を示し、粘土に対してはほぼ0.4以上の値を示している。また、中間土の U_b 値が砂の場合に近い値を示すということは、部分排水挙動を示す土が排水挙動を示すこととみなされる可能性を示唆している。このことは、 U_b 値の計算に用いられる p_2 値がブレード貫入直後ではなく、貫入後約1分程度経過後の値であることから、実際より若干排水に近い挙動を示す可能性があること等に原因があるものと考えられる。

以上のことより、 U_b 値を用いた土質分類は、中間土と粘性土の区分には最適であるが、中間土と砂の区分には問題が残るものと判断できる。このようなことから、今回のデータに基づいて U_b 値による土質分類を示唆するとすれば、次式のような基準が提案できよう。

$$\begin{aligned}
 \text{粘土} & : 0.4 \leq U_b \\
 \text{中間土} & : 0 < U_b < 0.4 \dots\dots\dots (6) \\
 \text{砂} & : U_b = 0
 \end{aligned}$$

ただし、 U_b 値を用いた砂と中間土の区分については、Fig.4に示した海外のデータには比較的適合するものの、Fig.6のデータに関しては両者の U_b 値がほぼ0近傍にプロットされている。このことより、我が国の地盤に対し、 U_b 値のみでは砂と中間土を明確に区分することは困難であり、この両者の分類に際しては、他の試験結果も併せて検討することが望ましいといえる。以上については、今後のデータの蓄積によって明らかになるものと考えられる。

4. 間隙水圧比 B_q を用いた分類方法

貫入時の間隙水圧を直接測定するCPTUの場合、比較的古くから土質判別の試みが行われている。たとえば、Senneset and Janbu (1984)¹⁰⁾は、次のような間隙水圧比 B_q を用いた土質分類図を提案している。

$$B_q = (u_c - u_0) / (q_c - \sigma'_v) \dots\dots\dots (7)$$

ここに、 u_c はコーン貫入に伴う間隙水圧、 u_0 は静水圧、 q_c はコーン貫入抵抗、および σ'_v は有効土被り圧を示している。ただし、最近では式(7)の q_c の代わりに式(8)で定義される q_T を用いることが多く¹⁾、その場合式(7)は式(9)となる。

$$q_T = q_c + u_c(1 - a) \dots\dots\dots (8)$$

$$B_q = (u_c - u_0) / (q_T - \sigma'_v) \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 a は q_c に及ぼす u_c の影響係数を示している¹⁾。また、Robertson et al. (1986)¹¹⁾は、土質分類の判定精度をより高めるため、 q_T 値 $\sim B_q$ 値関係および q_T 値 \sim 摩擦比関係を用いた土質分類方法を提案している。このようなことから、CPTUにおける土質分類では、 B_q 値が重要な定数として使われている。

一方、DMTにおいても、その測定値から B_q 値が推定できれば、DMTによる土質分類基準を進展させることができるものと考えられる。そこで、DMTに対応する B_q 値(B_{qd} 値)の推定を試みた。

式(9)の q_T 値に対応するものとして、DMTでは E_D 値が考えられる。Fig.7は、国内の沖積地盤を対象として、DMTの近傍で実施したCPTUから得られた q_T 値とDMTによるダイラトメーター係数 E_D との関係を示している。図より、 q_T 値は E_D 値の増加に伴いほぼ直線的に増加しており、両者の間にある程度のばらつきは認められるものの、概略の関係として以下のような相関式が得られ

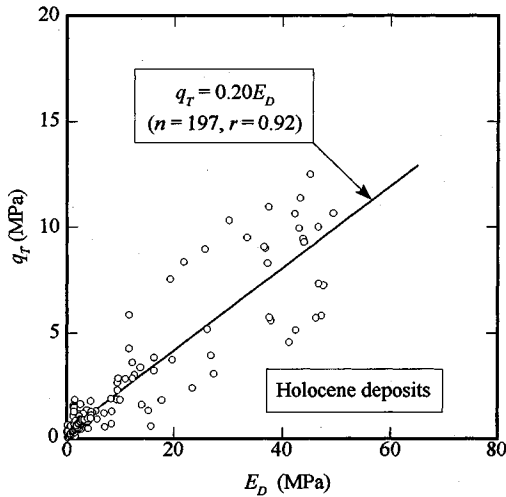


Fig.7 Relationship between q_r and E_D

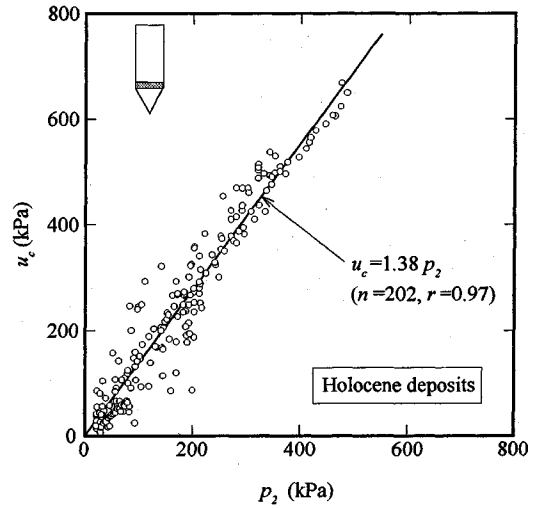


Fig.8 Relationship between p_2 , obtained by DMT and pore water pressure u_e , obtained by CPTU

る。

$$q_r = 0.20 E_D \text{ (相関係数 : } r = 0.92) \dots\dots\dots (10)$$

また、式(9)の u_e 値に対応するものとして、DMT では p_2 値が考えられる。Fig.8は、Fig.7と同じ地盤に対して、DMTの近傍で実施したCPTUで得られた u_e 値と p_2 値の関係を示している。これより、 u_e 値は p_2 値の増加に伴いほぼ直線的に増加しており、この両者についても次式のような非常に良好な相関関係が認められる。

$$u_e = 1.38 p_2 \text{ (} r = 0.97) \dots\dots\dots (11)$$

以上のことより、 p_2 値は u_e 値とほぼ比例関係にあり、 p_2 値から u_e 値の推定が可能であることが判明した。よって、 E_D 値から q_r 値の、さらに p_2 値から u_e 値の推定がある程度可能となるものと考えられる。そこで、これらの関係を式(9)に代入することにより、DMTに対する間隙水圧比 B_{qd} を表せば式(12)が得られる。ここで、 σ'_v は Fig.1より推定した単位体積重量より得られる。なお、Fig.1の我が国の地盤への適用性を考慮した場合、 B_{qd} にある程度の誤差が生じるものと考えられる。

$$B_{qd} = (1.38 p_2 - u_0) / (2.0 E_D - \sigma'_v) \dots\dots\dots (12)$$

土質分類パラメーターとしての B_{qd} 値の有効性を検討するため、 B_{qd} 値と砂含有量との関係を Fig.9に示す。図より、砂含有量の増加に伴い B_{qd} 値はほぼ連続的に減少しており、 I_D 値および U_D 値の場合に比べ土質の違いをより明瞭に反映している傾向が認められる。以上のことより、 B_{qd} 値がDMTによる土質分類に有効な定数となりうる可能性がある程度明らかになった。今回のデータに基づいた、 B_{qd} 値による土質分類基準を以下に示す。

- 粘土 : $0.2 \leq B_{qd}$
- 中間土 : $0.004 < B_{qd} < 0.2 \dots\dots\dots (13)$
- 砂 : $B_{qd} \leq 0.004$

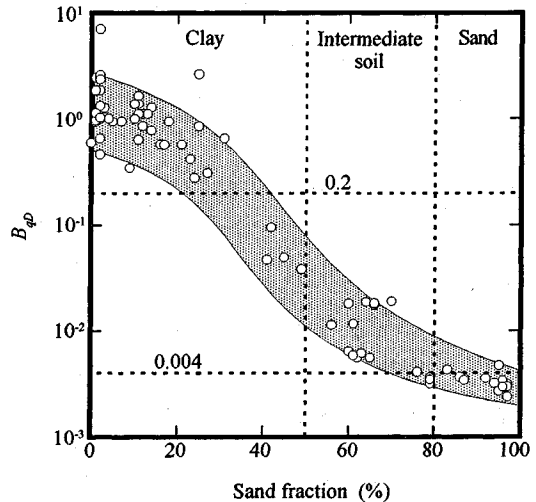


Fig.9 Relationship between pore water pressure parameter ratio B_{qd} and sand fraction

ただし、粘土と中間土の境界値を $B_{qd} = 0.2$ とした根拠は以下に示すとおりである。 $B_{qd} = 0.04 \sim 0.1$ にプロットされている土は、砂分が 40 ~ 50% に対応しているため、粘土として分類されるが、これらの土は粘土と中間土の境界近傍にプロットされており、さらにこの近傍のデータ数も少ない。そのため、今回の分類基準では粘土と判定される境界としてより信頼性の高い値を考え、 $B_{qd} = 0.2$ を両者の境界値とした。今後、国内外のデータがさらに集積すれば、本分類基準の信頼性がより高くなるものと考えられる。

なお、 B_{qd} 値はその定義上三軸圧縮試験における間隙水圧係数 A に類似したのと考えられるため、土の応

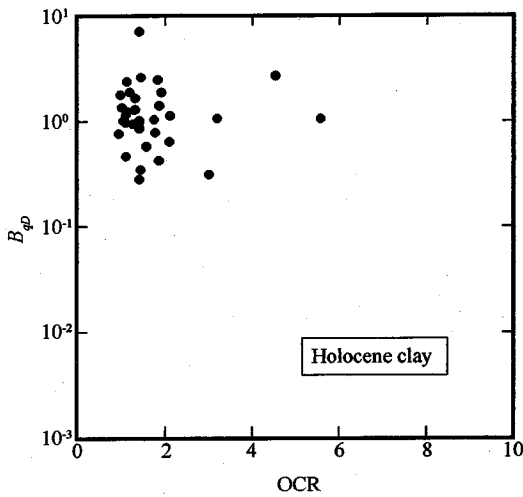


Fig.10 Relationship between B_{qd} and OCR

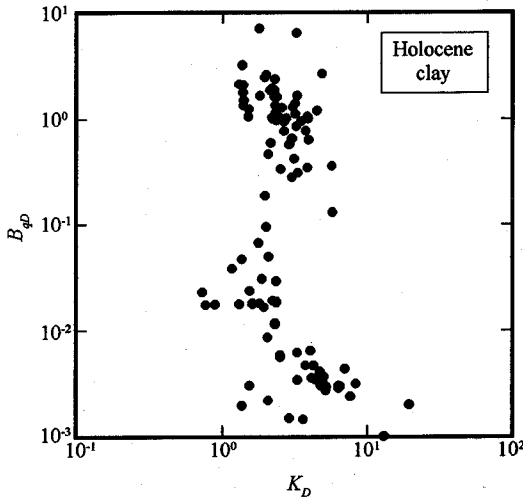


Fig.11 Relationship between B_{qd} and K_D

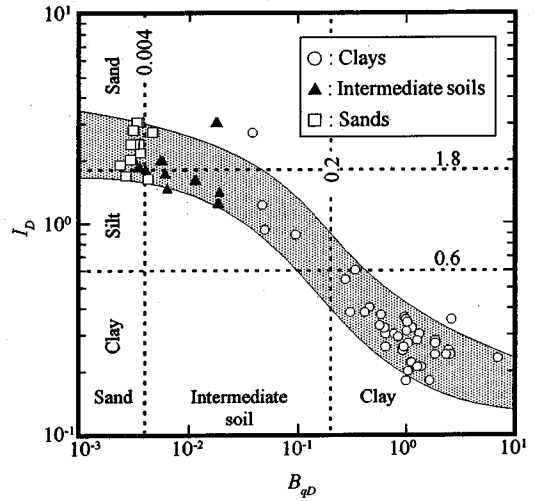


Fig.12 Relationship between I_D and B_{qd}

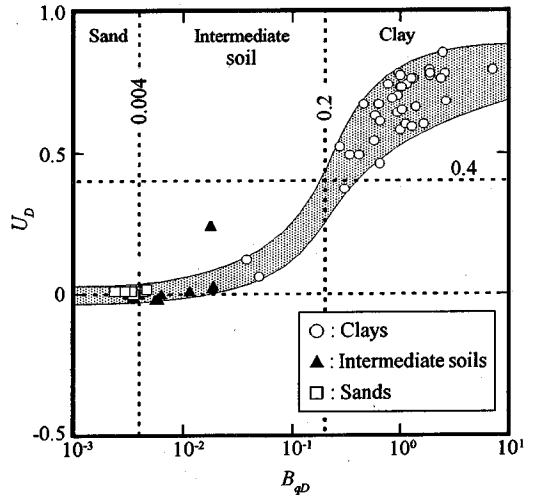


Fig.13 Relationship between U_D and B_{qd}

力履歴の影響が懸念される。そこで、 B_{qd} 値に及ぼす過圧密比OCRの影響について検討する。Fig.10は、沖積粘性土地盤を対象とした B_{qd} 値と標準圧密試験より得られたOCRとの関係である。これによると、両者に明瞭な関係は認められない。また、対象土質を広げるため、今回の対象データ全体について、 B_{qd} 値とOCRに関係するといわれている K_D 値との関係を示すと、Fig.11が得られる。この図によると、 B_{qd} 値は K_D 値にほとんど依存していないことがわかる。したがって、今回のデータに関する限り、 B_{qd} 値は過圧密比すなわち応力履歴等の影響を受けにくい傾向にある指標であるように考えられる。

つぎに、先述の I_D 値および U_D 値に基づいた土質分類と B_{qd} 値による土質分類の比較を行う。Fig.12は、 I_D 値

と B_{qd} 値の関係を示している。図中、データの記号は粒度試験結果に基づいた式(5)で分類した土質名で分けている。この図によると、粘土および砂は I_D 値と B_{qd} 値による土質分類基準にほぼ適合している。しかしながら、中間土については、 B_{qd} 値に基づいた分類は比較的良好であるが、 I_D 値による分類は砂と中間土の区別がやや困難であることが認められる。また、Fig.13は、 U_D 値と B_{qd} 値の関係を示している。データの記号は、Fig.12と同様である。この図では、 B_{qd} 値に比べ U_D 値による分類において、特に砂と中間土の区分に問題が残されていることがわかる。

以上より、CPTUにおいて用いられている間隙水圧比に準じて提案したDMT間隙水圧比 B_{qd} 値が、土質の分類に有用であることの可能性を示唆した。その結果、 U_D

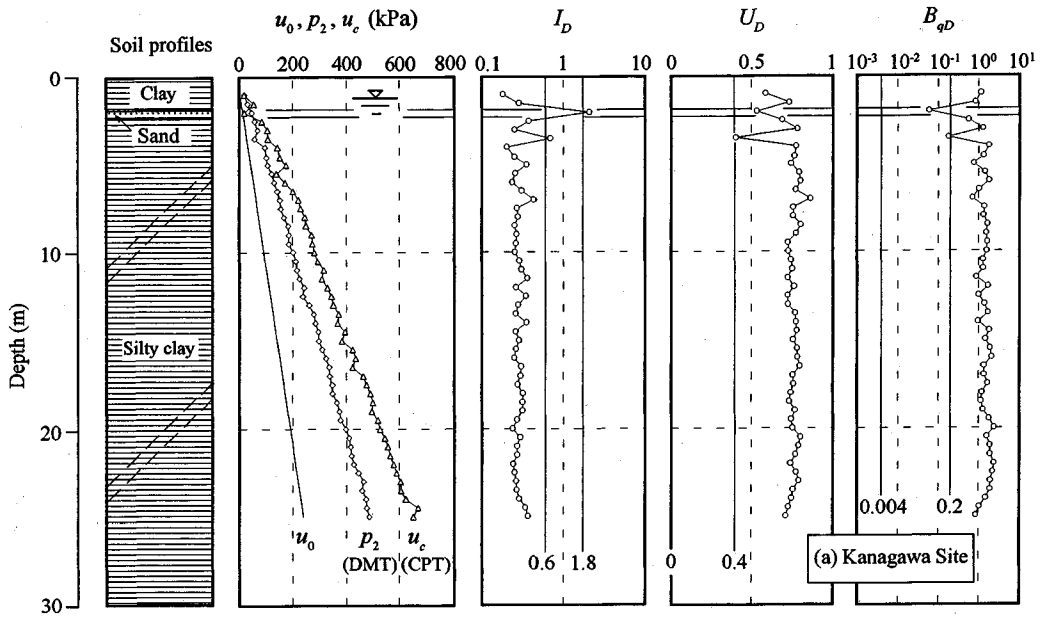


Fig. 14 Test results of soil classification using the DMT (1)

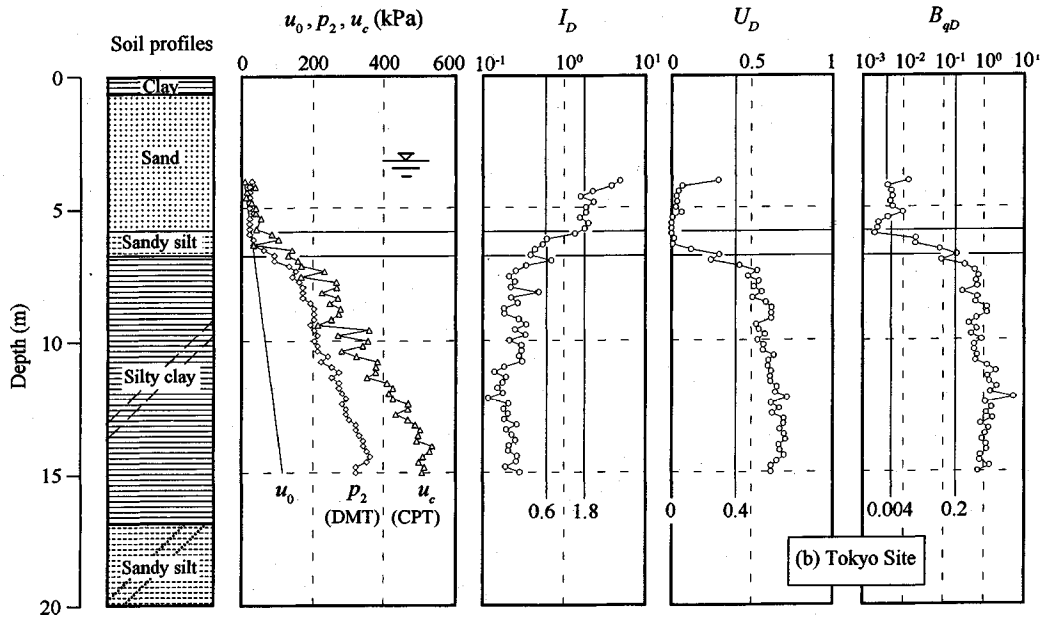


Fig. 15 Test results of soil classification using the DMT (2)

値を用いて粘土と中間土・砂の区分が、さらに B_{qD} 値を用いることにより砂と中間土の分類区分が可能であることを示唆した。

Fig.14およびFig.15は、沖積粘性土地盤に上記3手法を適用した結果を示している。Fig.14は、神奈川県(久里浜)¹²⁾におけるDMT結果の p_2 値、 I_D 値、 U_D 値および

B_{qD} 値に加え、静水圧 u_0 値および近傍で実施したCPTUによる間隙水圧 u_c 値の深度分布を示している。また図中には、各分類指標に対して既往および今回提案した判定基準値を示した。図より、 I_D 値は0.3程度、 U_D 値は0.75程度、さらに B_{qD} 値は1程度を示しており、各分類指標ともほぼ一定値を示している。したがって、この例

Table 2 Comparison of soil classification using DMT

Parameters	Clay	Intermediate soil	Sand	Notes
I_D	0.6		1.8	Marchetti(1980) ²⁾
U_D	0.4		(0)	Present study
B_{pd}	0.2		0.004	Present study

では、粘土に関してすべての分類指標が土質柱状図で示される土質に対し、ほぼ妥当な分類結果を示していると判断できる。

一方、上部の砂の薄層については、 I_D 値のみ明瞭な結果を示しているが、 U_D 値および B_{pd} 値に関しては傾向は認められるものの明瞭な結果は得られなかった。また、 U_D 値および B_{pd} 値のように間接的に水圧を介在させる指標の場合、地下水付近の浅い深度に対しては、問題点が生ずる可能性が考えられる。

Fig.15は、東京の沖積地盤に対する適用例を示しており、Fig.14と同様のパラメーターの深度分布を示している。図より、 I_D 値は深度6m付近までの砂層において5から1.8程度までの減少、深度6~7m付近の砂質シルト層ではさらに0.6程度までの急激な減少、それ以深のシルト質粘土層では0.3前後の一定値をそれぞれ示している。また、 U_D 値は砂層で0~0.05程度のほぼ一定値、砂質シルト層では0から0.3程度までの急激な増加、砂質シルト層では0.6前後の一定値を示している。さらに、 B_{pd} 値は砂層において0.005程度の一定値、砂質シルト層で0.002から0.1程度までの急激な増加、シルト質粘土層では0.9程度の一定値を示している。このように、この例では、すべての分類指標がほぼ妥当な結果を示しているものと考えられる。

以上より、 I_D 値に基づいた Marchetti による土質分類基準は我が国の地盤に対してもある程度適合しているものと評価できる。また、 U_D 値による方法は粘土の区分に優れており、さらに、CPTUにおいて用いられている間隙水圧比に準じて提案したDMT間隙水圧比 B_{pd} 値が、土質の分類に有用であることがある程度明らかになった。したがって、DMTによって土質分類を行う際には、Marchettiにより提案されている I_D 値を用いた分類に加え、 U_D 値および B_{pd} 値による分類を行うことで土質分類の信頼性が向上するものと考えられる。

本研究で得られた大分類（粘土、中間土、砂）のDMTによる土質分類基準を、既往の基準とともにTable 2に示す。

5. 結論

本研究により得られた主要な結論を以下に列記する。

(1) 材料インデックス I_D 値に基づいた Marchetti による土質分類基準は、我が国の地盤に対してもある程度適

合していることが明らかとなった。

(2) 間隙水圧インデックス U_D 値を用いた定量的な土質分類基準を示唆した。

(3) DMT測定時において除荷後にメンブレンがプレートに接する圧力として得られる p_2 値は、CPTUで得られる貫入時の間隙水圧 u_e 値とほぼ比例関係にあり、 p_2 値から u_e 値の推定が可能であることが判明した。

(4) CPTUにおいて用いられている間隙水圧比に準じて提案したDMT間隙水圧比 B_{pd} 値が、土質の分類に有用であることの可能性を示唆した。その結果、 U_D 値を用いて粘土と中間土・砂の区分が、さらに B_{pd} 値を用いることにより砂と中間土の分類区分が可能であることを示唆した。

(5) DMTによる土質分類においては、従来から用いられる I_D 値による分類に加え、 U_D 値および B_{pd} 値による分類を行うことで土質分類の信頼性が向上するものと考えられる。

謝辞

本研究の実施にあたり、信州大学工学部川上浩教授には、終始ご指導および貴重なご助言を頂いた。ここに、記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Campanella, R.G. and Robertson, P.K. : Current status of the piezocone test, Proceedings of the First International Symposium on Penetration Testing, pp.93-116, 1988.
- 2) Marchetti, S. : In situ tests by flat dilatometer, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol.106, No.GT3, pp.299-321, 1980.
- 3) 岩崎公俊・亀井健史：フラット・ダイラトメーター試験による砂質土のせん断抵抗角の評価，土木学会論文集，No.499/III-28，pp.221~224，1994.
- 4) Marchetti, S. and Crapps, D. : Flat Dilatometer Manual, Schmertmann and Crapps Inc., 1981.
- 5) Davidson, J.L. and Boghrat, A. : Flat dilatometer testing in Florida, Proceedings of the In Situ Testing of Soil and Rock, Paris, Vol.2, pp.251-255, 1983.
- 6) Lutenegeger, A.D. and Kabir, M. : Dilatometer C-reading to help determine stratigraphy, Proceedings of the First International Symposium on Penetration Testing, pp.549-554, 1988.
- 7) Robertson, P.K., Campanella, R.G., Gillespie, D. and By, T. : Excess pore pressures and the flat dilatometer test, Proceedings of the First International Symposium on Penetration Testing, pp.567-576, 1988.
- 8) Campanella, R.G. and Robertson, P.K. : Applied cone research, Cone Penetration Testing and Experience, ASCE, pp.343-362, 1981.
- 9) 土質工学会編：ジオテックノート2 中間土-砂か粘土か-，土質工学会，1992.

-
- 10) Senneset, K. and Janbu, H. : Shear strength parameters obtained from static cone penetrometer tests, ASTM STP 883, pp.41-54, 1984.
- 11) Robertson, P.K., Campanella, R.G., Gillespie, D. and Grieg, J. : Use of piezometer cone data, Proceedings of In-situ'86, ASCE, pp.1263-1280, 1986.
- 12) 田中洋行・榊原基生・後藤健二・鈴木耕司・深沢 健 : 我が国の正規圧密された海成粘性土の静的コーン貫入試験から得られる特性, 港湾技術研究所報告, 第31巻, 第4号, pp.61~92, 1992.

(1994.3.25 受付)

SOIL CLASSIFICATION USING THE FLAT DILATOMETER IN SITU TESTING DEVICE AND ITS RELIABILITY

Kimitoshi IWASAKI and Takeshi KAMEI

The flat dilatometer in situ testing device (DMT) is extremely simple to operate and maintain. The simplicity and low initial cost of the equipment is one of the main advantages of the flat dilatometer as an in-situ testing device. However, the simplicity of the equipment does generate some difficulty with the interpretation of the results. The discussion is concentrated on the soil classification using DMT in the present paper. Based on limited available test data, we investigate the reliability of the test results for classifying the soils from the DMT and propose a new soil classification using the DMT. A larger data base may enable a more definite soil classification to be established.
