

## 多成分コーン貫入試験結果 その1 土質性状分類や換算N値について

コーン貫入試験	(株)地盤試験所	正会員	○岡 信太郎	鉄道運輸機構	正会員	山崎 貴之
土質判別	鉄道運輸機構	正会員	丸山 修	鉄道運輸機構	国際会員	青木一二三
換算N値(N <sub>60</sub> )	鉄道運輸機構	正会員	瀧山 清美	鉄道運輸機構		剣持 芳輝
	(株)地盤試験所	国際会員	宮坂 享明			

## 1. はじめに

近年の急速なエレクトロニクス技術の発展により、各種小型センサーを内蔵した高性能のコーン貫入試験機が普及し始めている。その中で、サイスミックコーン貫入試験機は従来の「先端抵抗」「周面摩擦」「間隙水圧」の3成分に加え、「せん断波速度(S波速度)」の測定に必要な受振器を内蔵しており、通常のコーン貫入試験と同時にせん断波測定が可能となる試験機である。

新しい地盤調査手法の開発の実現のため、このような多成分コーンを使用した調査を仙台空港線内における砂質地盤及び粘性土地盤に対して実施し、従来手法の結果との関連性、多成分コーン貫入試験の経済性、適用性を明らかにするために比較検討を行った。

報文その1では多成分コーン貫入試験を用いた土質性状分類、換算N値に注目し、検討結果を報告する。

## 2. 多成分コーン試験概要

1) 試験装置 反力装置、圧入機、ならびにプローブは、それぞれプレボーリングタイプリブートアンカーシステム、小型圧入機 6610DT、ならびにサイスミックコーンを付加した5成分コーン貫入試験用プローブを使用した。なお、圧入機は圧入能力151kNをもち、サイスミックコーンプローブは、許容先端抵抗応力度50MPaのものを使用した。

2) 試験内容 多成分コーン貫入試験は仙台空港線上の7地点において実施し、そのうち3地点においてせん断波速度の測定を実施した。

3) 試験手順 コーン貫入試験は調査地点において反力装置を組上げ、静的圧入により試験を実施した。せん断波速度を測定する場合は所定の深度で貫入を停止し、せん断波速度を測定した。

## 3. 土質性状タイプ分類結果

土質性状タイプの分類では、Robertson(1990)が提案した正規化先端抵抗  $Q_t$  および正規化周面摩擦比  $Fr$  を用いた方法に基づいて行った。その結果の例を標準貫入試験から得られた柱状図と合わせて図1に示す。実施した各地点の結果から、各深度における土質の種別がほぼ対応していることが判

明した。その中で、調査地点1km340mの柱状図では、GL-3.15mから5.65mまで砂主体の地層となっているが、コーン貫入試験の結果からは粘性土主体の性状を示している。粒度試験結果を近傍の調査地点における結果と合わせて表-1に示す。1km340mは砂分の割合が勝っているものの粘性土分もほぼ同じ割合で含まれていることがわかる。コーン貫入試験ではほぼ同じ割合で含まれる粘性土の性状をより強く示しており、地盤の性状をよく表していると思われる。

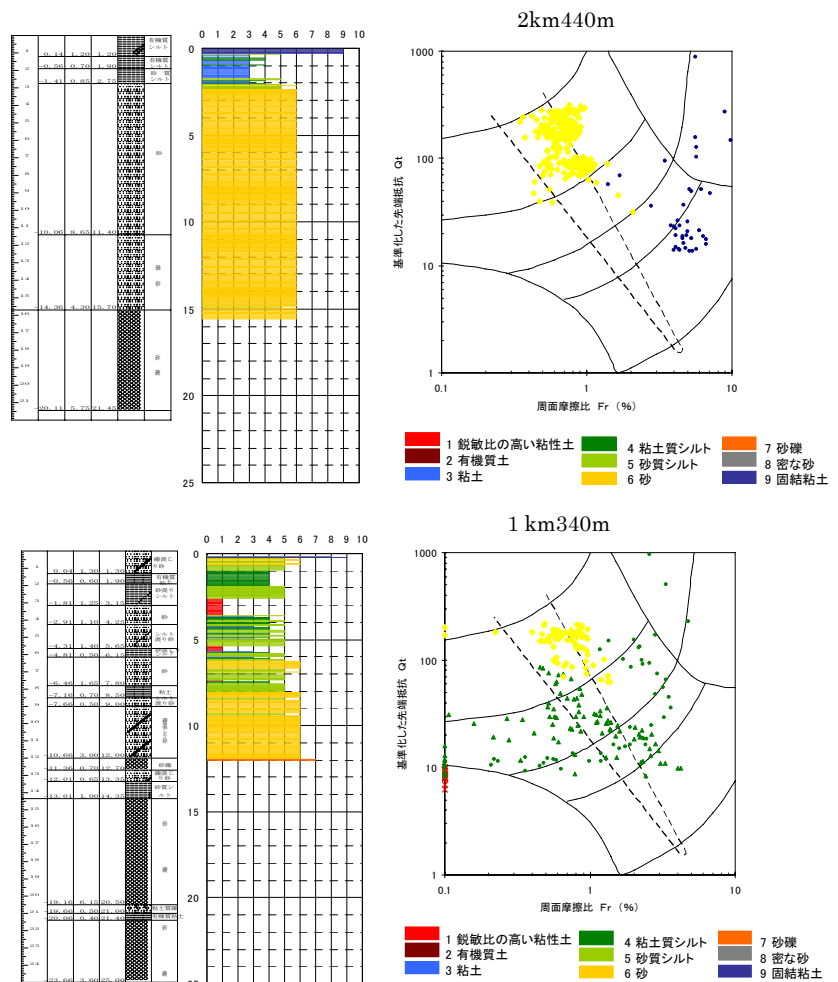


図1 土質性状タイプ例

Multi-component Cone Penetrometer Test: Part-1 Soil Behavior Type and  $N_{60}$  Value

YAMAZAKI, Takayuki<sup>1)</sup>; MARUYAMA Osamu<sup>1)</sup>; AOKI Hifumi<sup>1)</sup>; TAKAYAMA Kiyomi<sup>1)</sup>; KENMOCHI Yoshiki<sup>1)</sup>;

MIYASAKA Takaaki<sup>2)</sup>; OKA Shintaro<sup>2)</sup> <sup>1)</sup>Japan Railway Construction, Transportation and Technology Agency <sup>2)</sup>Jibanshikenjo Co., Ltd.

表 1 土質試験結果

	1km097m		1km340m		1km465m	
	3.15~ 3.45m	5.15~ 5.45m	3.15~ 3.50m	5.15~ 5.45m	3.15~ 3.50m	5.15~ 5.45m
粒径 2~75mm %	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
砂分 75μm~2mm %	83.1	92.2	55.7	63.8	10.9	8.7
シルト分 5~75μm %			44.3	14.2	59.8	72.7
粘土分 5μm以下 %	16.9	7.8		22.0	28.8	18.6

4. 換算 N 値

換算 N 値は Jefferies and Davies(1993)が提唱した方法により  $N_{60}$  値を換算した。図 2 に示す正規化先端抵抗  $Q_t$  および正規化周面摩擦比  $Fr$  から土質性状  $I_c$  値を算出し、図 3 に示すように  $N_{60}$  値を算出した。最も近い場所で実施された標準貫入試験から得られた N 値と並べて図 4 に示す。

動的試験方法と静的試験方法の違いがあるものの、調査地点の地盤の強度分布特性はよく合致している。その他の地点においても同様な結果が得られた。このことから、多成分コーン貫入試験は従来手法のように地盤を評価しながら、さらに精密なデータを得ることができる調査手法と考えられる。

5. 適用限界

今回の調査において、砂質土地盤に対する多成分コーン貫入試験の適用限界が明らかとなった。図 4 に示した調査地点 1km470m では、 $N=50$  となる砂質土層が約 3m 連続して分布しており、コーン貫入試験はその砂質土層に 1m 程度貫入して貫入不能となった。一方、調査地点 5km737m では N 値 50 となる砂質土層が 1m 程度の層厚で不連続に分布しており、コーン貫入試験はこの地点での最大先端抵抗応力度 (37.3MPa) を測定しながらも、連続して貫入試験を実施することができた。このことから、十分な引抜き耐力を有する反力装置を使用し、プローブの貫入傾斜角がほぼ垂直であれば、N 値が 40 以上 50 未満の砂質土層に対しては連続してコーン貫入試験を実施できることが明らかになった。さらに、N 値 50 の砂質土層でも層厚が 1m 程度であれば同様にコーン貫入試験を連続して実施できることが明らかとなった。

この地点での最大先端抵抗応力度は 37.3MPa でプローブの許容先端抵抗応力度の 74% 程度であったが、今回の調査の中で最大の先端抵抗応力度は調査地点 2km440m での 41.8MPa であった。これは許容先端抵抗応力度の 82% 程度であった。

6. 考察およびまとめ

今回の試験により、柱状図や土質試験の結果により砂質土主体となるような中間土に対して、多成分コーン貫入試験による土質性状分類では含まれる粘性土の性状を反映して分類されることが明らかとなった。

砂質土に対しては、N 値が 40 以上 50 未満であってもコーン貫入試験を連続して実施できることが明らかとなった。また、N 値が 50 であっても層厚が 1m 程度であれば同様に、連続してコーン貫入試験を実施できることが明らかとなった、

【参考文献】

- 1) Jefferies, M.G. and Davies, M.P. 1993. Estimation of SPT N values from the CPT, ASTM.
- 2) 北條豊・宮坂享明他：多成分コーン貫入試験結果の解釈その 1 土質性状タイプ及び換算 N 値, 第 40 回地盤工学研究発表会講演集, pp.65~66, 2005

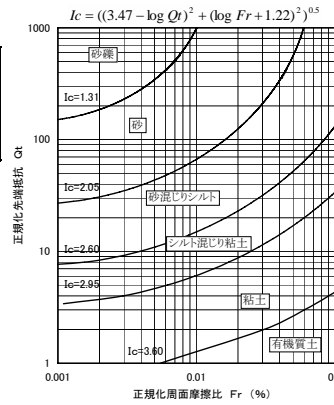


図 2 土質性状  $I_c$  算出方法  
Jefferies and Davice(1993)

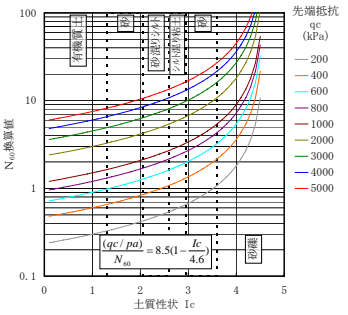
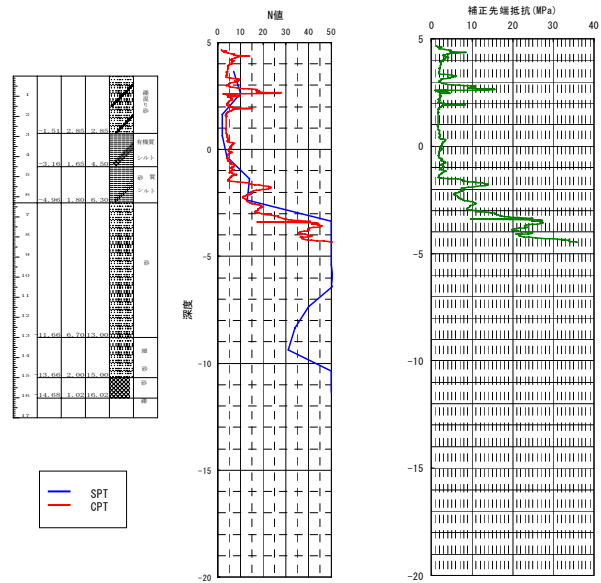


図 3  $N_{60}$  換算値と  $I_c$  の関係  
Jefferies and Davice(1993)



1km470m

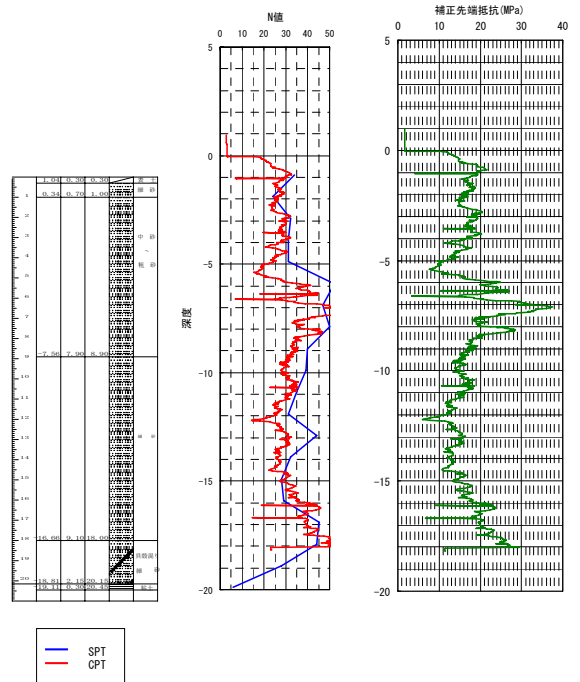


図 4 N 値と換算 N 値・補正先端抵抗