

多成分コーン貫入試験結果の解釈

その1 土質性状タイプおよび換算N値

多成分コーン貫入試験 正会員 (株)地盤試験所 北條 豊 正会員 (株)日建設計 木原 碩美  
 土質判別 正会員 山口大学 三浦 房紀 正会員 竹中工務店(株) 土屋 富男  
 換算N値(N<sub>60</sub>) 正会員 (株)地盤試験所 宮坂 享明 正会員 (株)地盤試験所 高野 公作

1 はじめ

近年、静的圧入による原位置地盤調査試験法の一つであるコーン貫入試験(CPT)が注目されている。その理由は、一度の試験で多くのデータが得られること、データの信頼性が高いことなどが挙げられる。さらに最近では、簡易反力アンカーが開発され、小型圧入装置を使用した穿孔掘進併用法によって、N値が40位の硬質地盤にも適用可能になり、コストパフォーマンスが良くなったことから、試験の数が増えつつある。しかしながら、コーン貫入試験では通常土試料サンプルを採集しないため、目視による土質の分類ができなく、性状タイプによる分類となっている。筆者らはコーン貫入試験および標準貫入試験法による土質判別結果の相違を明らかにするために、両試験法を同時実施し、土質判別を行い、その結果を実際に採取した土の粒度分析の結果と比較検討した。また、CPT試験結果に基づき、Jefferies and Davies(1993)が提唱した方法により換算したN<sub>60</sub>値についても標準貫入試験のN値と比較検討した。

2 試験概要

2-1 コーン貫入試験

1)試験装置 反力装置、圧入装置、ならびにプローブは、それぞれプレボーリングタイプリピーターアンカーシステム、小型軽量66DT小型圧入機、ならびにサイズ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。

2)試験手順 コーン貫入試験は穿孔掘進併用試験法を採用した。穿孔掘進併用試験法は、地表からプローブを貫入させ、貫入不能となった時点で一旦プローブを引き上げ、穿孔掘進してから貫入試験を再開する試験法である。なお、オペレータの熟練度による影響を確認するため、5m離れた2つの場所で異なるオペレータによるコーン貫入試験を行った。

2-2 標準貫入試験

標準貫入試験は、コーン貫入試験位置と10m離れた位置で、半自動落下方式により実施した。

3 試験結果

3-1 コーン貫入試験結果

コーン貫入試験結果(先端抵抗、周面摩擦および間隙水圧)をまとめて図-1に示す。オペレータの熟練度によらず、2回の試験結果が殆ど同じであった。

3-2 標準貫入試験結果

標準貫入試験の結果を図-2に示す。

4 土質分類および土質性状タイプ分類結果

土質性状タイプの分類は、Robertson(1990)が提案した正規化先端抵抗Qt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。その結果を標準貫入試験から得られた柱状図と合わせて図-2に示す。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。また、標準貫入試験から採集した土試料による粒度分析結果による土質分類を土質性状タイプ分類チャートにプロットした結果を表-1、図-2に示す。この結果から、今回のような中間土の場合、粒度分析の結果とは若干の

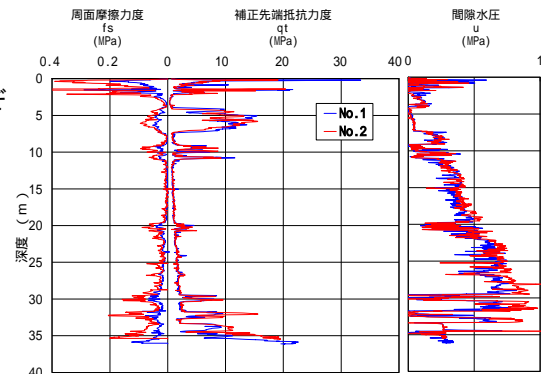


図-1 コーン貫入試験結果

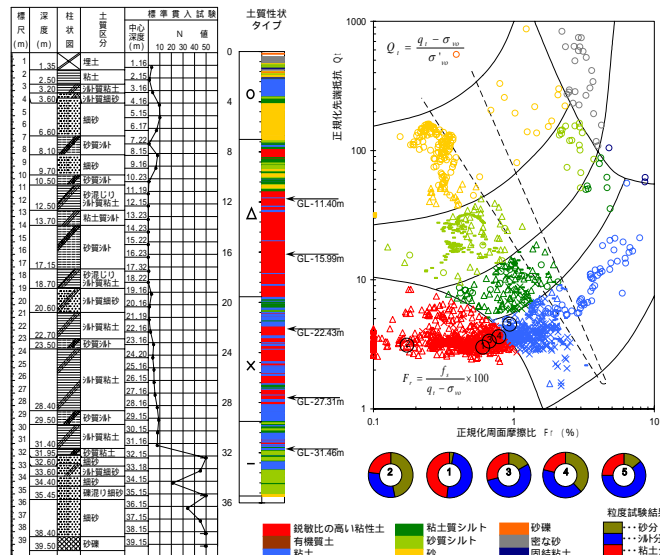


図-2 標準貫入試験とコーン貫入試験から求めた土質分類

表-1 粒度分析と土質分類結果一覧表

No.	深度 (m)	柱状図	粒度試験			最大粒径 mm	分類	コーン貫入試験				土質性状タイプ		
			砂分 %	シルト %	粘土分 %			補正先端抵抗 q <sub>t</sub> (kPa)	周面摩擦 f <sub>s</sub> (kPa)	正規化周面摩擦比 Fr (%)	正規化先端抵抗 Qt (kPa)			
1	12.25	12.35	砂混りシルト質粘土	17	54	29	0.85	砂質粘土	CHS	807.01	4.35	0.59	3.38	1
2	15.84	15.94	砂質シルト	47	30	23	0.85	砂質粘土	CLS	949.56	1.41	0.22	3.09	1
3	22.33	22.43	シルト質粘土	3	49	48	0.85	シルト	MH	1325.58	9.14	0.79	3.07	1
4	27.11	27.21	シルト質粘土	38	41	21	0.85	砂質シルト	MLS	1864.63	12.82	0.77	3.65	1
5	31.41	31.51	砂質粘土	14	61	25	0.43	砂混りシルト	ML-S	2644.94	21.06	0.88	4.58	3

違いが見られ、土質性状によるタイプ分類は物理的性質によるものであることが分かる。しかし柱状図と比較しても、若干の違いが見られたことから、目視による土質分類も個人差、経験差が影響することは明らかである。本調査位置の土質構成は、地盤表層の砂、その下に鋭敏比の高い粘土、さらに下にあるシルト混じり粘土、35以深は礫混り細砂などから構成されていることは明白である。

### 5 換算N値

コーン貫入試験による先端抵抗  $q_c$  と標準貫入試験により得られるN値との間の相関関係が多くの研究者によって提唱されてきた。Campanella および Robertsonらはこれらの研究を要約し、土質性状タイプを用いた  $q_c$  と  $N_{60}$  値の関係を提案した。しかしながら、粒径の大きさにほぼ比例して過大評価となっていることは既発表報文のとおりである。今回は Jefferies and Davies(1993)が提唱した方法により  $N_{60}$  値を換算した。図-3 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-4 に示すように  $N_{60}$  値を算出した。標準貫入試験から得られたN値と並べて図-5 に示す。

GL-4.0m ~ GL-7.0m 付近の細砂層において、 $N_{60}$  換算値はN値の約2~2.5倍となっている。これは比較的浅い砂層の場合、標準貫入試験の打撃により地盤に振動が生じ、N値が過少評価されていることが考えられる。

また、GL-11.0m ~ GL-18.0m の  $N=0$  の軟弱粘性土層においては、標準貫入試験のN値は0となっているのに対して、 $N_{60}$  換算値では3~4程度の結果となった。これは、コーン貫入試験が静的な試験法であるため、鋭敏比の高い軟弱粘性土層においても強度が適正に評価されることを示唆していると思われる。

GL-32.0m 以深では断続的に  $N=50$  の細砂層となっている。特にGL-33.0m 付近では標準貫入試験のN値は50となっているのに対して、 $N_{60}$  換算値では15程度の結果となった。これは、コーン貫入試験位置と標準貫入試験位置は10m離れていることから、地層の違いが現れている可能性は否定できないものの、動的影響や打撃効率、データの数などを考慮して、コーン貫入試験による  $N_{60}$  換算値の方が適正であると思われる。

### 6 考察およびまとめ

今回の試験により、中間土に対して、目視分類（標準貫入試験）および土質性状分類（CPT試験）両方とも粒度分析結果と、若干の違いが認められた。また、Jefferies and Davies による  $N_{60}$  換算値は、標準貫入試験のN値と比較して、動的試験法と静的試験法による違いがあるものの、全般的によく合致していることが明らかとなった。動的影響や打撃効率、データの数などを考慮して、コーン貫入試験による  $N_{60}$  換算値の方が標準貫入試験のN値よりも、地盤の真の強度を表していると思われる。

参考文献：Jefferies, M.G. and Davies, M.P. 1993. Estimation of SPT N values from the CPT, ASTM.

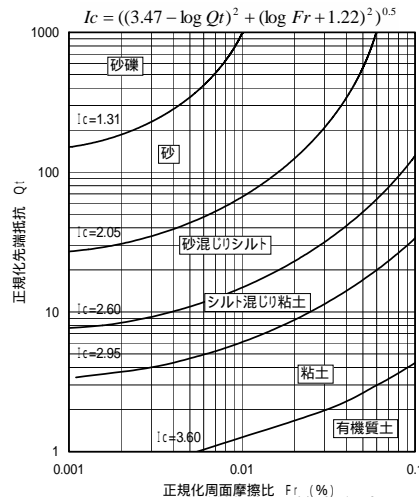


図-3 土質性状  $I_c$  算出方法  
Jefferies and Davies (1993)

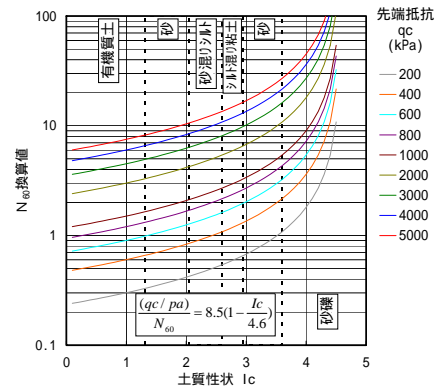


図-4  $N_{60}$  換算値と  $I_c$  の関係  
Jefferies and Davies (1993)

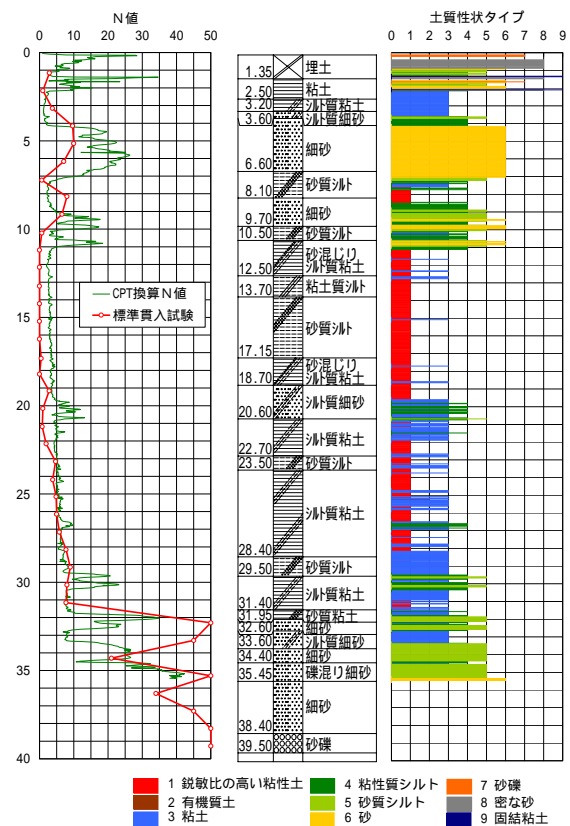


図-5 N値と換算  $N_{60}$  値の比較

## Interpretation of Multicomponent CPT s Results 2. Soil Type Classification and $N_{60}$ Value

(株)地盤試験所 地質調査部 北條 豊 正会員 (株)日建設計 木原 碩美  
 正会員 山口大学工学部知能情報工学科教授 三浦 房紀 正会員 竹中工務店(株) 技術研究所 土屋 富男  
 正会員 (株)地盤試験所 技術部 宮坂 享明 正会員 (株)地盤試験所 技術営業部 高野 公作