

多成分コーン貫入試験結果の解釈

その2 粘着力およびせん断強度の推定

多成分コーン貫入試験

○正会員 ㈱地盤試験所

岡 信太郎

正会員 ㈱日建設計

山野 祐司

粘着力

正会員 住友商事(株)

河野 真

正会員 竹中工務店(株)

土屋 富男

非排水せん断強度

国際会員 山口大学

兵動 正幸

正会員 ㈱地盤試験所

宮坂 享明

1 はじめ

一般的に粘性土地盤における杭の設計支持力は、粘着力cによって決められる。粘着力cは原則として室内試験等の試験値を用いるが、実際、標準貫入試験のN値から推定するが多い。一方、コーン貫入試験(CPT)法は静的圧入による原位置地盤調査試験法の一つであるが、先端抵抗および周面抵抗を測定し、その値から粘着力cを評価することもできる。筆者らは、様々な方法から得られた粘着力cの値がどのようなばらつきになっているかを調べるため、コーン貫入試験、標準貫入試験、室内試験などを同じ地盤において実施し、比較検討を行った。

2 標準貫入試験結果

半自動落下方式標準貫入試験の結果を図-1に示す。また、表-1に土試料を採集した5箇所の深度における土質区分や、N値、N値から推定したqu値、c値などを示す。

3 室内試験

標準貫入試験時に採集した土試料を用いて、粒度試験、UU試験、一面せん断試験(圧密定体積)および一軸圧縮試験などの室内試験を行った。表-2にUU試験、一面せん断試験結果、表-3に一軸圧縮試験結果およびqu値から推定したc値を示す。

表-1

試料番号	深度 (m)	標準貫入試験結果				
		土質区分	N値	qu (kPa)		c (kPa)
				=12.5N	=qu/2	
T-1	12.00	12.85	シルト質粘土	0	0	0
T-2	15.84	15.94	砂質シルト	0	0	0
T-3	22.33	22.43	シルト質粘土	2	25	13
D-1	27.11	27.21	シルト質粘土	6	75	38
D-2	31.41	31.51	砂質粘土	15	188	94

表-2

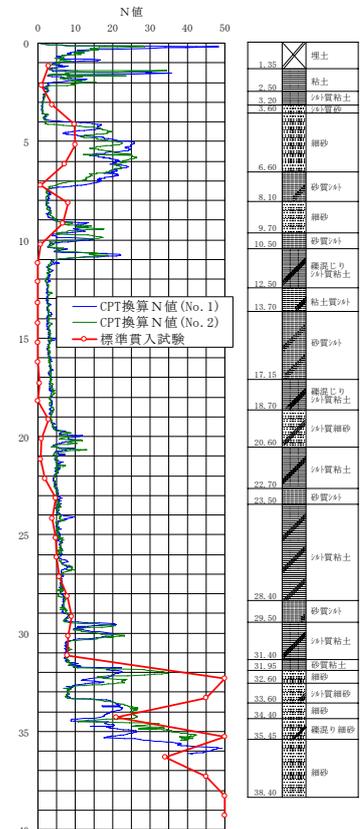


図-1 標準貫入試験結果

表-3

試料番号	粒度LL, PI試験 地盤材料分類	試験方法	UU試験, 一面せん断試験結果					
			全応力			有効応力		
			c _u or c _{cu} kPa	φ deg	S _{cu} kPa	c' kPa	φ' deg	S _d kPa
T-1	MH-S	UU	42	1	46			
T-2	MLS	一面	38	9	79	30	18	72
T-3	MH	一面	72	6	111	54	22	122
D-1	MLS	一面	57	8	125	26	30	143
D-2	ML-S	一面	78	14	210	42	29	171

試料番号	一軸圧縮試験結果				推定値 c (kPa) =qu/2
	qu (kPa)				
	1	2	3	平均	
T-1	80		89	85	42
T-2	43	105	93	80	40
T-3	81	152	153	129	64
D-1	82	48	81	70	35
D-2	78	170	99	116	58

表-4

4 コーン貫入試験結果

各深度におけるコーン貫入試験結果(先端抵抗qc、周面摩擦fsおよび間隙水圧u)を表-4に示す。また、この結果から相関式を用いて推定したN₆₀値、さらにN₆₀値から推定したqu、cなども合わせて表-4に示す。

試料番号	コーン貫入試験結果				土質性状 タイプ	N ₆₀ 値	各種推定値		
	先端抵抗 qc	補正先端抵抗 qt	周面摩擦 fs	間隙水圧 u			qu (kPa) =12.5N ₆₀	c (kPa) =qu/2	S _u (kPa) =(qc-σ _{vo})/N _k
	kPa	kPa	kPa	kPa					
T-1	746	807	4	299	1	3	34	17	36
T-2	872	950	1	383	1	3	38	19	40
T-3	1191	1326	9	667	1	5	57	28	54
D-1	1711	1865	13	757	1	6	78	39	84
D-2	2488	2645	21	776	3	9	108	54	131

5 粘着力および非排水せん断強度に関する考察

5-1 粘着力c値の考察

標準貫入試験のN値から算定した粘着力、コーン貫入試験から得られた先端抵抗を用いて N_{60} を推定して、 N_{60} を用いて算定した粘着力、UU試験、一面せん断試験から求めた粘着力、一軸圧縮試験から求めた qu 値から推定した粘着力などをまとめて図-2に示した。

一面せん断試験から求めた粘着力と一軸圧縮試験から求めた qu 値から推定した粘着力を比較すると、GL-12から18mまでの軟弱粘土においてはほぼ一致しているが、それいしん、深さにつれて一面せん断試験からの結果が大きくなる。これは、厚密過程の有無による影響と考えられる。また、標準貫入試験のN値から算定した粘着力と、コーン貫入試験から得られた先端抵抗を用いて N_{60} を推定して、 N_{60} を用いて算定した粘着力を見ると、ちょうどGL-27m付近で交差している。コーン貫入試験の粘着力が、GL-27mまではより大きな値を示し、それいしんは逆転してより小さな値を示す。これは、粘着力を算定するための N_{60} の伝達エネルギーが一定であるのに対し、標準貫入

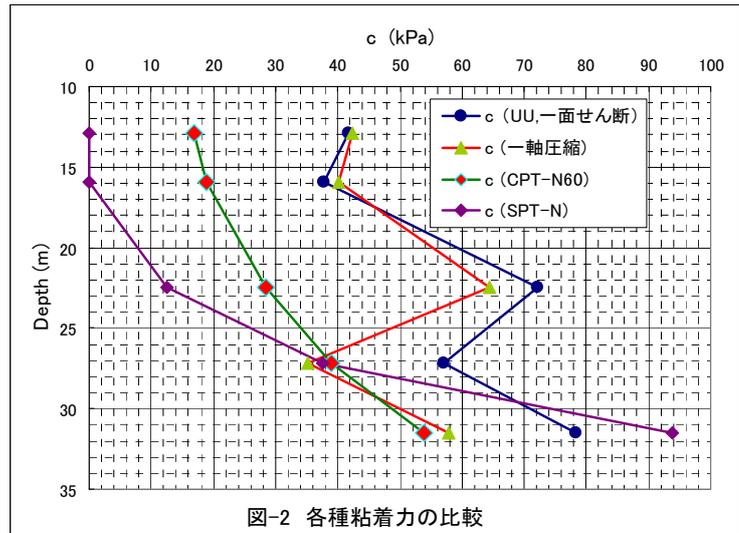


図-2 各種粘着力の比較

試験のN値の伝達エネルギーは深さにつれて減少していることによるものと思われる。また、GL-12から18mまでの軟弱粘土においては標準貫入試験から算定された粘着力は極めて小さい値を示している。これは標準貫入試験の伝達エネルギーが大きく、軟弱粘土の鋭敏比が高いことに起因するものと思われる。

さらに、コーン貫入試験の粘着力と室内試験の粘着力を比較すると、コーン貫入試験から算定された粘着力は若干小さい値を示している。今回の試験においては、 N_{60} が5より小さい軟弱粘土の場合は、 $qu=25N_{60}$ 、 N_{60} が5から10程度の粘土の場合は $qu=15N_{60}$ 、を用いて粘着力を算定したほうが妥当と考えられる。

5-2 非排水せん断強度 S_u 値の考察

今回の地盤は、図-1に示すように粘土質シルトが主体であり、土のせん断強度は粘着力のほかに内部摩擦角も寄与していると考えられる。コーン貫入試験から得られた周面摩擦抵抗、先端抵抗から推定した非排水せん断強度、室内試験から得られた粘着力と内部摩擦角を用いて算定したせん断強度を図-3に示した。図-3を見ると、周面摩擦抵抗が非常に小さい値を示している。これは周面摩擦抵抗を測定するスリーブの位置がコーンの先端位置に近寄りすぎて貫入時の影響が大きいためと考えられる。また、コーン貫入試験から推定した非排水せん断強度が、室内試験結果から算定したせん断強度よりも小さな値を示している。これは、コーン貫入試験から得られた先端抵抗を用いて土の非排水せん断強度を推定するとき、内部摩擦角を無視する代わりに、コーンファクターを用いるためと思われる。今回の推定においてはコーンファクター $N_k=15$ としたが、今回のような地盤においては、コーンファクターは $N_k=10$ が妥当と考えられる。

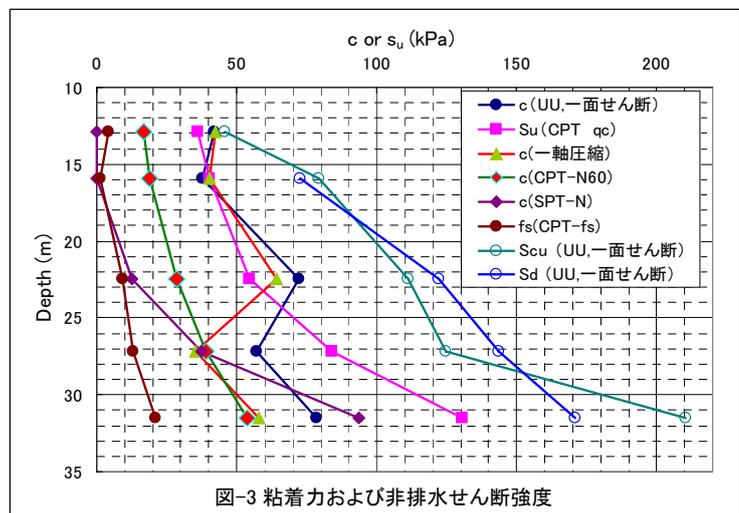


図-3 粘着力および非排水せん断強度

6 まとめ

コーン貫入試験、標準貫入試験、室内試験などを同じ地盤において実施し、比較検討を行った結果、構造物の設計に使用する土の強度や強度定数などのパラメータは、真の不攪乱試料が採取できる場合を除き、標準貫入試験のN値から換算する、あるいは室内試験を行って求めるよりも、コーン貫入試験を実施して算定した方がより信頼性の高い結果が得られることが明らかとなった。

Interpretation of Multi-component CPT's Results 2. Estimation of cohesion and shear strength

(株)地盤試験所 地質調査部調査二課 課長	岡 信太郎	(株)日建設計 構造設計主管	山野 祐司
住友商事(株) 東京鉄鋼建材製鋼原料部 主任	河野 真	竹中工務店(株) 技術研究所 主席研究員	土屋 富男
山口大学 工学部 社会建設工学科 教授	兵動 正幸	(株)地盤試験所 技術部長	宮坂 享明