

埋込み杭工法の掘削孔から連続採取したコアの圧縮強度

正会員 ○ 日野真紀子*1
正会員 小 椋 仁 志*2

1. はじめに

既製杭の埋込み工法に用いる注入液(根固め液、杭周充填液)の強度管理は、通常はプラント(注入液の練り混ぜ装置)で採取した試料を用いて行っている。しかし、掘削孔中に注入した場合、掘削土が混入するため強度が低下するものと思われるが、その強度を測定した例は少ない。そこで、筆者らは、節杭のプレボーリング工法において掘削孔に注入した後の充填材の強度を調べることを目的として、固結した注入液をコアボーリングによって連続的に採取し、その圧縮強度を測定した。本報告は、その測定結果と、プラントで採取した注入液の強度との関係などについて述べたものである。

2. 試験概要

2.1 施工概要 図-1 に地盤と掘削孔を示す。GL-11m付付近まではN値が1~3の粘性土層、GL-11~26m付付近まではN値が8~15の砂質土層が続いている。掘削孔は、径φ680mmのオーガーを用いてGL-16mまで造成した。オーガーには掘削土を全て排土するスクロオーガー(以下、MT型)と排土量が低減できるケツグオーガー(以下、ET型)の2種類を用いた。掘削後、オーガーを引き上げる時、掘削孔底から2mの区間に根固め液、その上部14mに杭周充填液を注入した。

2.2 充填液の設定強度 設定した支持力式において、最大先端支持力度は450 t/m²、最大杭周摩擦応力度は17.5 t/m²である。したがって、充填液に必要な圧縮強度は、根固め液45kg/cm²、杭周充填液3.5 kg/cm²となる。これから、掘削孔に注入した時の強度低下、低強度での配合管理の難しさを考慮して、配合強度は根固め液σ₂₈=75kg/cm²以上、杭周充填液σ₂₈=30kg/cm²以上と設定した。この強度を確保するために、表-1 に示す配合とした。

2.3 コアの採取方法 注入液が固結した後、コアボーリングによって試料を採取した。外径φ86mmのコアバーレルの先端に取り付けたビットを回転させながら掘進することにより、外径φ64mmのコアの試料をほぼ連続的に採取することができた。コアボーリングは、掘削孔底の根固め液と地盤の境界面や掘削孔下部の地盤の様子を調べるため、掘削底の下1mのGL-17mまで行った。

3. 試験結果と考察

3.1 コアの形状・寸法 採取したコアのうち、ET型のものを図-2 に示す。部分的に握り拳程度の大きさの粘土塊が少し見られたが、全体としては根固め液、杭周充填液とも良好な状況であった。掘削孔底部分にスライムは見られず、掘削底面下の地盤と根固め液との境界は明確に識別できた。これらの状況はMT型の場合も同様であった。

3.2 コアの圧縮強度 採取したコアから高さ約13cmの供試体を1m当り3個の割合で成形し、材令28日の圧縮強度を調べた。その結果を図-3 に、平均値を表-2 に示す。これらの図や表から以下のことが分かる。①根固め液と杭周充填液の境界は、MT型では掘削底面から1.5~2.5m上方、ET型では1.8~2.3m上方の範囲とみられ、所定の範囲(先端部の2m)を満足している。②MT型の根固め液のデータとして、GL-14.3m以深の6個の値を採用すると、強度は最小でも65.0kg/cm²であって必要強度を40%以上、上回っている。③ET型も同様に

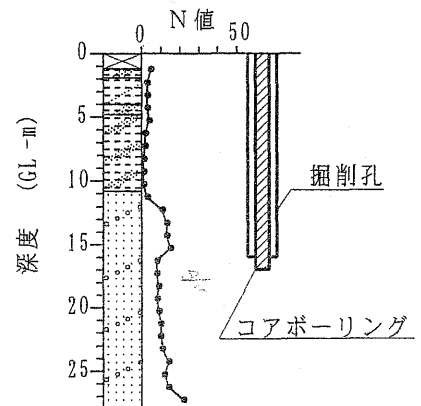


図-1 地盤と掘削孔

表-1 配合表

MT型	材料	注入量	
根固め液	セメント (C)	560 kg	W/C=100%
	ベントナイト(B)	25 kg	B/C=5%
	水 (W)	560 ㎖	
杭周充填液	セメント (C)	2,400 kg	W/(C+h)=100%
	固化材 (h)	625 kg	B/(C+h)=5%
	ベントナイト(B)	125 kg	h/(C+h)=20%
水 (W)	4,250 ㎖		
ET型			
根固め液	セメント (C)	560 kg	W/C=100%
	ベントナイト(B)	25 kg	B/C= 5%
	水 (W)	560 ㎖	
杭周充填液	セメント (C)	3,025 kg	W/C=100%
	固化材 (h)	— kg	B/C= 5%
	ベントナイト(B)	125 kg	
水 (W)	4,250 ㎖		

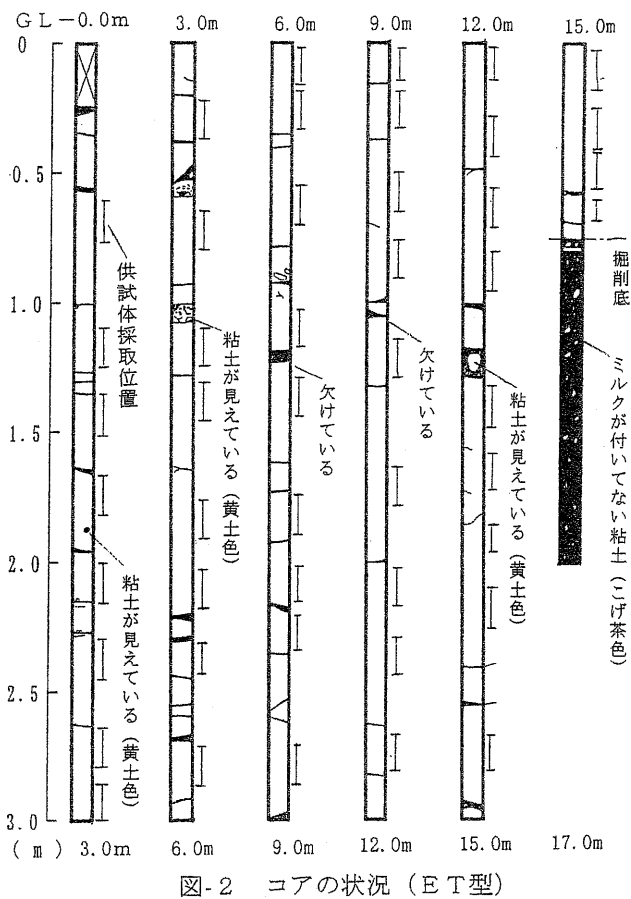


図-2 コアの状態 (ET型)

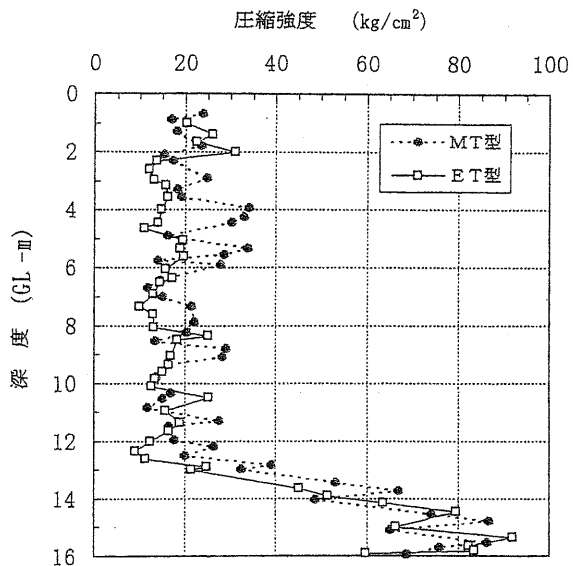


図-3 コアの圧縮強度

表-2 圧縮強度

		圧縮強度 (kg/cm ²)			配合強度
		コア	オーバーフロー	プラント	
根固め液	MT型	71.6	—	80.9	75.0
	ET型	72.4	—	80.4	75.0
杭周充填液	MT型	22.5	21.6	36.0	30.0
	ET型	17.5	—	33.8	30.0

GL-14.2m以深の7個の値を採用すると、強度は59.7kg/cm²以上で30%以上必要強度を上回っている。平均値はMT型とほぼ同じ値を示している。④MT型の杭周充填液のデータをGL-13.0mまでの38個の値とすると、最小強度は11.8kg/cm²であり、必要強度の3倍以上の値となっている。標準偏差は7.2kg/cm²、変動係数は33%であって、強度のバラツキは少し大きい。⑤ET型の杭周充填液も同様にGL-13.0mまでの38個を採用すると、強度の最小値は9.1kg/cm²と、必要強度の2.5倍以上の値を示している。平均値はMT型に比べて小さいが、標準偏差は5.0kg/cm²、変動係数は30%とバラツキも少し小さくなっている。

3.3 プラント強度等との比較 表-2には、プラントから採取した注入液の28日強度(以下、プラント強度)と、MT型による別の掘削孔に杭を挿入時にオーバーフローした杭周充填液の28日強度(以下、オーバーフロー強度)を併記した。この表より以下のことが指摘される。①プラント強度は、配合強度を10~20%上回った値となっている。②根固め液のコア強度は、MT型、ET型ともにプラント強度の94%の値となっている。文献1)では75%に低下する例が紹介されているが、本試験ではほぼ同じ値が得られている。このことから、両型ともスライムがなく掘削土とも混ざらない良好な根固め部が形成されていたことが分かる。③杭周充填液のコア強度は、MT型ではプラント強度の60%、ET型では50%と半分近くまで低下している。また、オーバーフロー強度もコア強度とほぼ同じ値を示している。杭周充填液には掘削土が混ざったために、強度が低下したのであろう。これから、杭周充填液の配合強度は、支持力上で必要な強度よりも十分に余裕を持った値を設定するのが望ましいことが示唆される。

4. まとめ

以上、掘削孔に充填した後の注入液の圧縮強度(コア強度)について述べた。掘削土の混入は見られたが、根固め液、杭周充填液ともコア強度は杭の支持力に必要な強度を満足していた。また、プラント強度に比べると、根固め液はほぼ同じ値であったが、杭周充填液は大きく低下していた。今後、このような測定データを蓄積することによって、より合理的な注入液の管理手法が開発されることが望まれる。

参考文献 1) 土質工学会基礎構造物の限界状態設計法に関する研究委員会：施工・品質管理ワークショップ活動成果報告、基礎構造物の限界状態設計法に関するシンポジウム発表論文集、pp.117~118、平成7年5月

*1 ㈱ジオトップ 技術開発本部 Technology Development Division, GEOTOP Corporation
 *2 ㈱ジオトップ 技術開発本部・工博 Technology Development Division, GEOTOP Corporation, Dr.Eng.