

埋込み杭の根固め部の圧縮強度

その1 地中の根固め部からコア採取した供試体の強度

正会員 ○船田 一彦*1 林 隆浩*2
同 加倉井 正昭*3 桑原 文夫*3

埋込み杭 試料採取 圧縮強度
根固め部 セメントミルク

1. はじめに

近年、高支持力杭工法の採用が増え、杭先端部に築造する根固め部の寸法・形状や強度の管理が重要となってきている。従来より、施工完了後の根固め部からコア採取した供試体の強度を調べることは行われてきたが、この方法を通常の施工管理としては採用するのは困難である。そこで、現場に設置したプラントで練混ぜたセメントミルクを採取し、規定の養生期間を経たのち圧縮強度試験を行い、その強度を確認してきた。ところが、このセメントミルクの強度は根固め部を築造する前の段階のものであり、根固め部の強度を示すものではない。

一方、高支持力杭工法の品質管理を実施する新たな手法として、杭先端の根固め部から未固結試料を採取し、強度確認する手法が採用され始めた^{1),2)}。そこで、本研究は、施工完了後の地中にある根固め部から採取したコア強度、施工中の根固め部から採取した未固結試料の固化強度、およびプラント採取のセメントミルクの固化強度を比較し、その関係を明らかにすることを目的とする。

本稿(その1)は、パイルフォーラム「高支持力杭の根固め部品質管理研究会」会員社が今までに行った根固め部からコア抜きした試験体の圧縮強度試験結果を収集し、根固め部のコア抜き試験体の強度についてまとめたものである。

2. 収集したデータの特性

杭の根固め部のコア抜き試験体の圧縮強度試験の結果は、本研究会メンバーの中の5社の高支持力杭の試験施工により得たもので、プレボーリング拡大根固め工法(6工法)の根固め部から採取した試験体の強度データ232例と中掘り拡大根固め工法(2工法)の強度データ124例のデータを対象とする。

コア抜き試験体を採取した杭先端の地盤種別は、プレボーリング拡大根固め工法が砂質、礫質および粘性土地盤、中掘り拡大根固め工法が砂質および礫質地盤である。収集したデータの杭先端の深さを図-1に示した。

杭の施工深さは、各工法の最大施工深さ付近で試験体を採取しているもの(深さ50~60m)と、施工後の掘り起こし試験を実施するためのもの(深さ10~30m)の2か所に集中している。

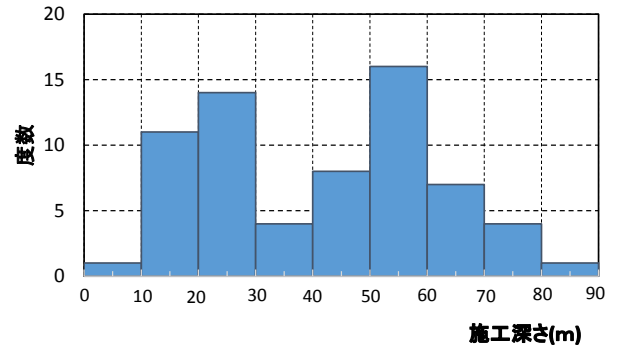


図-1 収集したデータの杭先端深さ

杭先端の根固め部の形状は、プレボーリング拡大根固め工法の場合は、用途に応じ、軸部と同径で掘削するタイプと杭先端部を拡大してより大きな先端支持力を得られるようにしたものがある。中掘り拡大根固め工法の場合は、杭先端部を拡大して球根を築造するタイプのみである。

また、根固め球根部築造のため用いるセメントミルクの水セメント比(W/C)は、プレボーリング拡大根固め工法、中掘り拡大根固め工法ともにW/C=55%のものが1工法あるが、その他の工法は全てW/C=60%である。

3. 圧縮試験結果

3.1 同一工法の根固め部の強度分布

根固め部のコア抜き試験体は、同一杭の根固め部から複数個採取されている。図-2にコア抜き試験体の採取の模式図を示した。コア抜き試験体は、施工後に杭の軸心に鋼製ロッドを挿入し、掘削を行い、試料を採取している。コア抜き試験体の採取位置は、杭の上方向を正、下方向を負として表した。

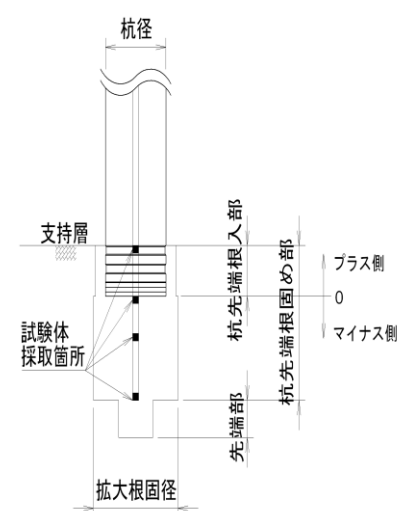


図-2 試験体採取位置

図-3 は、あるプレボーリング拡大根固め工法において採取されたコア抜き試験体の位置と圧縮強度の関係を示したものである。用いたデータは、杭径が $\phi 700 \sim 1200 \text{mm}$ 、 $W/C=60\%$ のもので、杭先端の土質が砂、礫、粘土質それぞれ3ケースについて強度分布を示した。

いずれの土質においても、コア強度は深度が深くなるにつれ強度が高くなる傾向を示すが、杭先端より深い位置では、砂、礫に比べ粘土の圧縮強度は小さな値を示している。深さとともに強度が増加するのは、施工中はセメントミルクが砂と攪拌されソイルセメント状となるが、硬化する際に比重の大きいソイルセメントが沈降するためではないかと思われる。

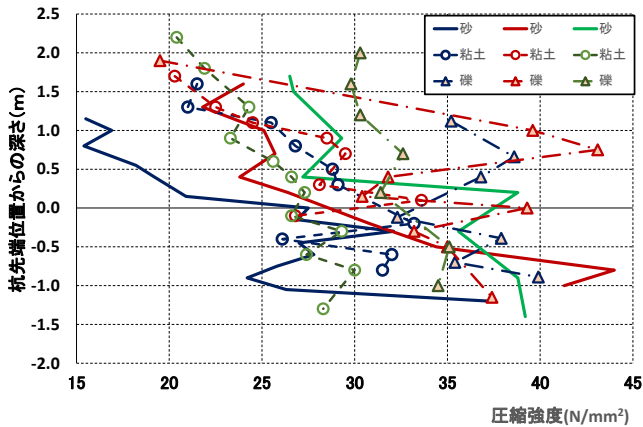


図-3 コア抜き試験体の強度分布(例)

3.2 プレボーリング拡大根固め工法における強度分布

図-4 に、プレボーリング拡大根固め工法のコア抜き試験体の採取位置と圧縮強度の関係を示した。全体的に、コア採取位置と強度の関係は明瞭ではない。これは、この図には $W/C=60\%$ は5つの工法のデータが含まれているため、ばらつきが大きくなったと思われる。 $W/C=55\%$ は1つの工法のデータであるので、深さとともにやや増加する傾向が見られ、また、セメント量の増加が根固め部の強度増加に繋がったものと思われる。

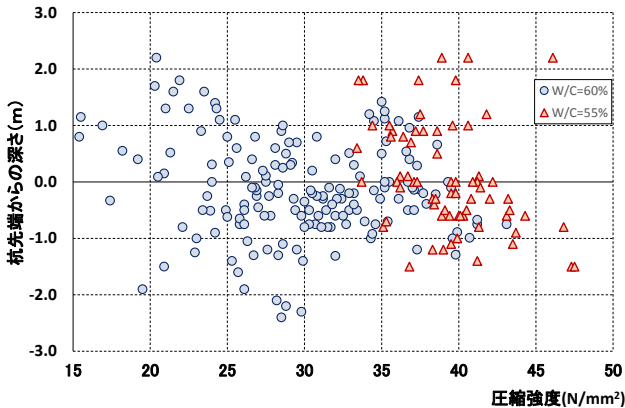


図-4 採取位置と圧縮強度(プレボーリング拡大根固め工法)

3.3 中掘り拡大根固め工法における強度分布

図-5 に、中掘り拡大根固め工法のコア抜き試験体の採取位置と圧縮強度の関係を示した。プレボーリング拡大根固め工法と同様に、 $W/C=55\%$ のものが圧縮強度は大きい。中掘り拡大根固め工法の収集データは、 $W/C=60\%$ 、 55% とも1工法のため、プレボーリング拡大根固め工法と比較するとばらつきが小さく、深さとともに強度が増加する傾向がみられる。

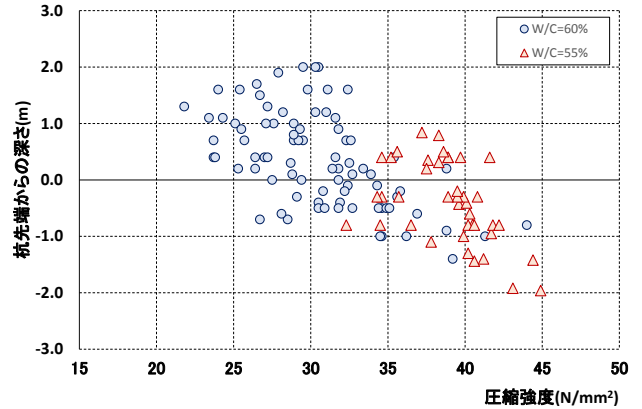


図-5 採取位置と圧縮強度(中掘り拡大根固め工法)

4. まとめ

高支持力杭工法の杭先端根固め球根部のコア抜き試験体を調査した結果、同一工法の杭の根固め部から採取したコア抜き試験体は、ばらつきはあるものの、 $15 \sim 45 \text{N/mm}^2$ の範囲で分布しており、深度の増大とともに圧縮強度が大きくなる傾向があった。

また、圧縮強度は W/C が小さい方が大きく、杭先端位置より深い根固め部では粘性土地盤に比べ、砂や礫質地盤の方が大きい傾向にある。

謝辞

本研究(その1~3)は、パイルフォーラム「高支持力杭の根固め部品質管理研究会」の活動の一環として行われたもので、各種のデータ提供を行い、検討に加わった会員社は以下のとおりである。

三谷セキサン(株)、丸門建設(株)、前田製管(株)、日本ヒューム(株)、日本コンクリート工業(株)、日本高圧(株)、(株)トーヨーアサノ、(株)地盤試験所、システム計測(株)、パイルフォーラム(株)

【参考文献】

- 1) 桑原文夫・他：埋込み杭の根固め部における未固結試料採取による施工管理手法の提案(その1~4), 日本建築学会学術講演会梗概集構造 I, pp.469-476, 2014.
- 2) 高支持力杭の根固め部品質管理研究会：『根固め部の未固結試料採取・調査・試験マニュアル (Ver.1.0)』, 2012.

*1 前田製管
*3 パイルフォーラム

*2 丸門建設

*1 Maeta Concrete Industry *2 Marumon Cnstruction
*3 Pileforum