

埋め込み杭の根固め部における未固結試料採取における施工管理手法の提案
その3 固化供試体の作成と圧縮強度

正会員 ○平川泰行*¹ 西村 裕*²
同 朝妻雅博*³ 安達俊治*⁴
同 桑原文夫*⁵

埋込み杭 養生
施工管理 材齢
試料採取 圧縮強度

1. はじめに

根固め部の良否判定で固化供試体の強度は重要な位置付けにある。信頼性のあるデータを得るためには試料採取方法や養生条件が重要である。ここでは、標準的な供試体の作製方法、養生方法、得られた強度データの現状及び若材齢強度からの任意材齢における強度推定式の提案について述べる。

2. 供試体の作製方法と養生方法

前報の Step1 における物性試験の判定をクリアした場合に固化供試体の作成工程に入る。採取した根固め部試料は、なるべく外的影響が少ない状態で試験体を作成し、早期に適切な養生を行うのが望ましい。以下に標準的な供試体の作製方法と養生方法を示す。

2.1 使用機器

a 現場での使用機器

- ①モールド缶：直径 50mm, 高さ 100mm
- ②漏斗(じょうご)：直径 10cm 程度
- ③ポリバケツなど：容量 10~15 ℓ
- ④ひしゃく
- ⑤ふるい：10mm 程度の網目ふるい

b 試験用機械器具

- ①カッター：小型ダイヤモンドカッター
- ②研磨機
- ③圧縮試験機

2.2 容器および作製方法

強度試験供試体の容器は、養生や運搬の事を考慮して原則としてモールド缶を用いる。さらにフリージング対策としてモールド缶上部に 30mm 程度の嵩上げを行うこともある。



図1 嵩上げ例 1



図2 嵩上げ例 2



図3 封緘例

2.3 供試体の個数

強度試験は、原則として、3 材齢(3, 7, 28 日)で各 3 体ずつ行うため最低 9 体が必要となる。

2.4 作製時の留意点

使用する円柱供試体(直径 50mm)に直径の 1/3 以上の礫が混入すると圧縮強度に影響を与える恐れがある。その場合は、10mm 程度の網目のふるい等を用いて礫を取り除いてから供試体を作製する。



図4 礫の除去例

2.5 通常養生の場合

作製した供試体は、即座にクーラーボックス等に入れて初期養生を行う。このとき、外気温が 20℃以下となる場合は温度による悪影響が生じないように低温防止策を施す。

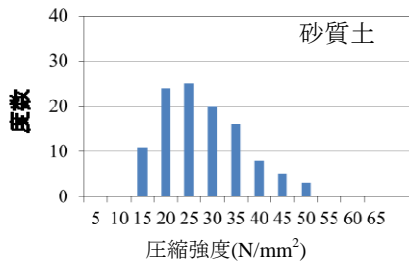


図5 事務所内養生例

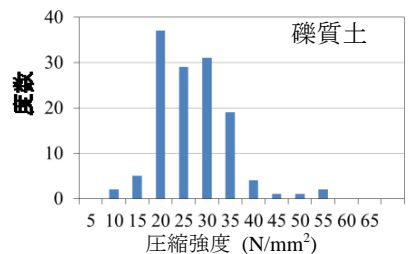
供試体に衝撃等を与えないようにスポンジ等により間詰めを行う。1 日程度は現場事務所等に静置したのち、所定材齢まで標準養生 (20±2℃ の水中養生「JIS A 1188 コンクリートの圧縮試験方法」) を行う。

3. 強度発現状況

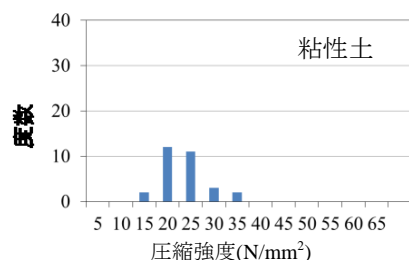
高支持力杭の根固め部品質管理研究会の各社から収集した圧縮強度試験から、所定の養生を行ったデータを対象に、プレボーリング工法 10 工法(277 データ)、中掘工法 2 工法(8 データ)の合計 285 データから材齢 28 日強度について先端地盤種別ごとに統計的な整理を行った結果を図 6 に示す。平均強度は砂質土 (24.6 N/mm²)、礫質土(25.4 N/mm²) に比べ、粘性土(21.4N/mm²)はやや小さな数値を示したが、いずれの地盤種別においても強度は 20N/mm² を超えている。変動係数は砂質土、礫質土とも 30% 以上を示したが、粘性土はやや小さな値を示した。比較的大きなばらつきは、異なる施工法の結果を統合したためであり、施工方法により使用するセメントミルクの水セメント比、根固め液の攪拌方法等が異なることによるものと考えられる。



砂質土
平均強度 = 24.6 N/mm²
変動係数 $V = 30.5\%$
 $n = 131$



礫質土
平均強度 = 25.4 N/mm²
変動係数 $V = 33.2\%$
 $n = 113$

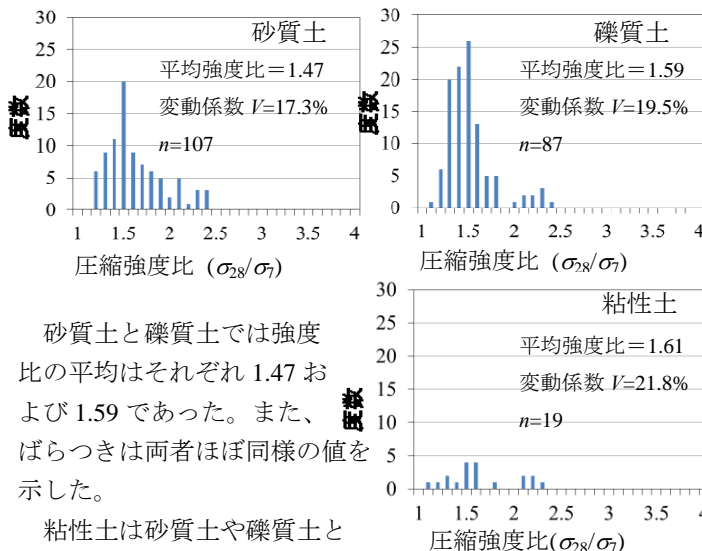


粘性土
平均強度 = 21.4 N/mm²
変動係数 $V = 22.8\%$
 $n = 31$

図6 材齢28日の圧縮強度

4. 材齢7日強度と日28日強度の関係

材齢7日強度と28日強度の強度比(σ_{28}/σ_7)の頻度分布を図7に示す。



砂質土と礫質土では強度比の平均はそれぞれ1.47および1.59であった。また、ばらつきは両者ほぼ同様の値を示した。

粘性土は砂質土や礫質土と比べてデータ数が少ないため、単純に比較はできないが、平均強度比は砂質土や礫質土に比べ粘性土が若干高い数値を示している。以上の結果をまとめると、材齢7日強度と28日強度には以下の関係

図7 材齢7日と28日の強度比

が見られた。

$$\text{砂質土 } \sigma_{28} = (1.1 \sim 2.4)\sigma_7 \quad (1)$$

$$\text{礫質土 } \sigma_{28} = (1.1 \sim 2.4)\sigma_7 \quad (2)$$

$$\text{粘性土 } \sigma_{28} = (1.2 \sim 2.3)\sigma_7 \quad (3)$$

5. 任意材齢における強度推定式の提案

収集した強度データを土木学会コンクリート標準仕様書「施工編」に示される推定式(4)に適用したときの係数 a, b を求めた。係数 a, b は固化供試体に含有されるセメントの種類や土質の種別による決まる材料定数で、以下のように、初期材齢の増加率を示す材料定数 a は礫質土が最も大きな数値を示した。中期材齢以降の強度増加率を示す材料定数 b は砂質土、礫質土および粘性土ともほぼ同程度の数値を示している。図8に回帰式(推定式)と実測強度比との関係図を示す。

$$f'_c(t) = \left\{ \frac{t}{(a+bt)} \right\} d(i) f'_{ck} \quad (4)$$

ここに、

$f'_c(t)$ (N/mm²): 材齢 t 日の固化供試体推定強度

f'_{ck} (N/mm²): 固化供試体の目標強度

$d(28)$: 材齢28日強度を目標強度とする補正係数

砂質土	礫質土	粘性土
1.01	1.03	1.01

材料定数: a

砂質土	礫質土	粘性土
3.01	3.60	2.99

材料定数: b

砂質土	礫質土	粘性土
0.91	0.89	0.91

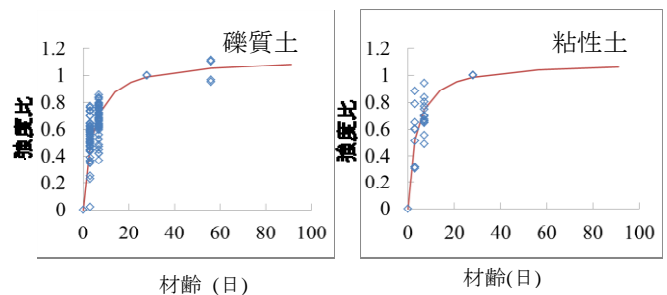
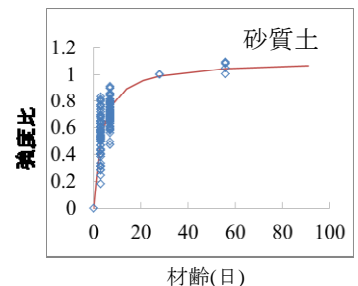


図8 推定式と圧縮強度比の関係

6. まとめ

現行の施工法で築造された固化供試体の圧縮強度は平均20N/mm²を以上の値を示し、その変動係数は20~30%程度であった。強度増加推定式を用いて、任意材齢の強度から材齢28日の強度推定が可能と思われる。

参考文献

- 1) 土木学会(2002): 2002 制定コンクリート標準仕様書「施工編」.P52

*1 日本コンクリート工業
*3 日本ヒューム
*5 パイルフォーラム

*2 トーヨーアサノ
*4 日本高圧コンクリート

*1 Nippon Concrete Industries *2 Toyo Asano Foundation
*3 Nippon Hume *4 Nippon High Strength Concrete
*5 Pileforum