

## 第V部門 セメントミルクの固化性状に及ぼす温度環境の影響について

福井工業高等専門学校 学生員 ○清水 京侍 (株) サン・エンジニア フォロー 松本 洋  
 福井工業高等専門学校 フォロー 蓑輪 圭祐 (株) サン・エンジニア フォロー 山田 幹雄

## 1. はじめに

地盤改良の工法として、削孔した地盤に補強体を打設する杭上地盤補強工法があり、補強体の材料としてセメントミルクが広く採用されている。セメントミルクは、施工性の観点から水セメント比を大きく設定する必要があり、ブリーディングが発生しやすくなる。これにより品質に空間的なばらつきが生じ、補強体としての性能を大きく損なう可能性があり、大きな問題となっている。これに対して、混和剤を添加することでセメントミルクの性質を変化させ、ブリーディングの低減が可能であるとの報告がある。ただし、異なる温度環境下においても安定して混和剤の効果を発揮できるかは未解明である。そこで本研究では、温度環境に着目し、それらがセメントミルクの強度特性やブリーディング性状などの固化性状に与える影響を明らかにすることを目的とする。

## 2. 実験

## 2.1 使用材料と配合

はじめに、ポリエチレン袋に充填したセメントミルクを対象としたブリーディング試験<sup>1)</sup>を種々の混和剤を用いて行い、セメントミルクの温度の違いがブリーディング率の差に一層反映された混和剤を以後の各試験に用いる混和剤とした。参考までに、混和剤の主成分はセスキ炭酸ナトリウムと炭酸マグネシウムであり、粉末状である。

作製するセメントミルクの主材には最も一般的なセメントである普通ポルトランドセメントと杭上地盤補強工法に広く用いられる一般軟弱土用セメント系固化材を使用した。水セメント比 W/C は 70% とし、混和剤添加率  $A_r$  はセメント量に対し 0%、2% とした。

## 2.2 試験体の作製

表-1 に試験体の実験水準を示す。セメントミルクの試験体の作製は手練りで行い、水と混和剤を混合した後にセメントを投入し練り混ぜ、直径 50mm、高さ 120mm の円柱試験体に打設した。作製した試験体は、屋外環境または恒温器内に静置した。以後、屋外に静置する試験を「屋外暴露試験」、恒温器内に静置する試験を「室内恒温試験」と呼ぶ。試験体の作製は、福井工業高等専門学校および株式会社サン・エンジニアにて実施した。

屋外暴露試験では、気温の影響を受ける地盤表層を模擬し、作製した試験体を鯖江市および福井市の雨風や直射日光が作用しない屋外に静置した。本試験は 2023 年 6 月に開始し、気象データは福井気象観測所 (アメダス)<sup>2)</sup> から取得した。室内恒温試験では、気温の影響を受けない地中を模擬し、試験体を 16°C 一定の恒温器内に静置した。設定温度を 16°C としたのは、福井県の地下 5m の地温が年間を通してほぼ 16°C 一定であるためである<sup>3)</sup>。

## 2.3 実験方法

試験体について、ブリーディング試験と一軸圧縮試験<sup>4)</sup>を実施し、各実験水準のブリーディング率と一軸圧縮強さを測定した。

表-1 実験水準

試験名	屋外暴露試験	室内恒温試験
試験体静置環境	屋外	恒温器 (16°C一定)
静置期間 (day)	7, 28	3, 7, 14, 28, 60, 90, 180, 270, 360
備考	各月で作製	—

## 3. 実験結果および考察

## 3.1 変温環境と固化性状

屋外暴露試験の結果を図-1 に示す。セメントミルクの一軸圧縮強さは外気温の上昇に伴って増加しており、普通コンクリートと同様の傾向が配合に関わらず確認できた。ブリーディング性状と外気温の関係について、混和剤の添加によるブ

リーディング率の低下がみられたが、外気温の低くなる冬期においてはブリーディング率が高くなる結果となり、研究のはじめに行ったブリーディング試験と同様の傾向が確認できた。特に、主材に普通ポルトランドセメントを使用したセメントミルクについて、冬期におけるブリーディング率は混和剤の添加による差異が小さく、温度環境による影響が顕著であった。もとより、この屋外暴露試験は杭上地盤補強工法の地盤表層を模擬していることから、補強体の表層部分の品質の安定性は外気温の変動による支障があると考えられる。

### 3.2 恒温環境と固化性状

室内恒温試験の結果を図-2 に示す。混和剤とセメントミルクの強度特性の関係について、混和剤の添加による一軸圧縮強さの減少がみられたが、材齢の増加に伴う強度発現への影響はみられなかった。これより、混和剤による強度減少は一律的であり、強度の経時変化に影響はないことが確認できた。この室内恒温試験は杭上地盤補強工法における地中部分を模擬していることから、恒温環境にある補強体の地中部分は混和剤による影響のみを受けるため、施工品質の安定性に支障は少ないと考えられる。

### 4. まとめと今後の課題

- 1) 外気温の低下に伴ってブリーディング率が高くなることが確認された。特に、主材に普通ポルトランドセメントを用いた際の混和剤の効果には、温度環境の影響が顕著であることが示唆された。
- 2) 混和剤の添加による強度減少は一律的であり、材齢の増加に伴う強度の経時変化に影響はないことが確認された。
- 3) 本研究では、粉末状の混和剤のみでの検討を行ったが、現在は液状の混和剤を使用した実験も進めており、温度環境とセメントミルクの固化性状の関係を混和剤の種類による差異と併せて検討する必要がある。

### 参考文献

- 1) (公社) 土木学会 コンクリート委員会規準関連小委員会編：2023年制定 コンクリート標準示書 [規準編]，プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法(ポリエチレン袋方法) (JSCE-F522-2018)，pp.297-298，2023.9.
- 2) 気象庁，<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 3) 農林水産省：地中温度等に関する資料，農業気象試料，第3号，1982.3.
- 4) (公社) 地盤工学会 室内試験規格・基準委員会編：地盤材料試験の方法と解説 [第一回改訂版] 一二分冊の2一，土の一軸圧縮試験方法 (JIS A 1216：2020)，pp.581-592，2020.12.

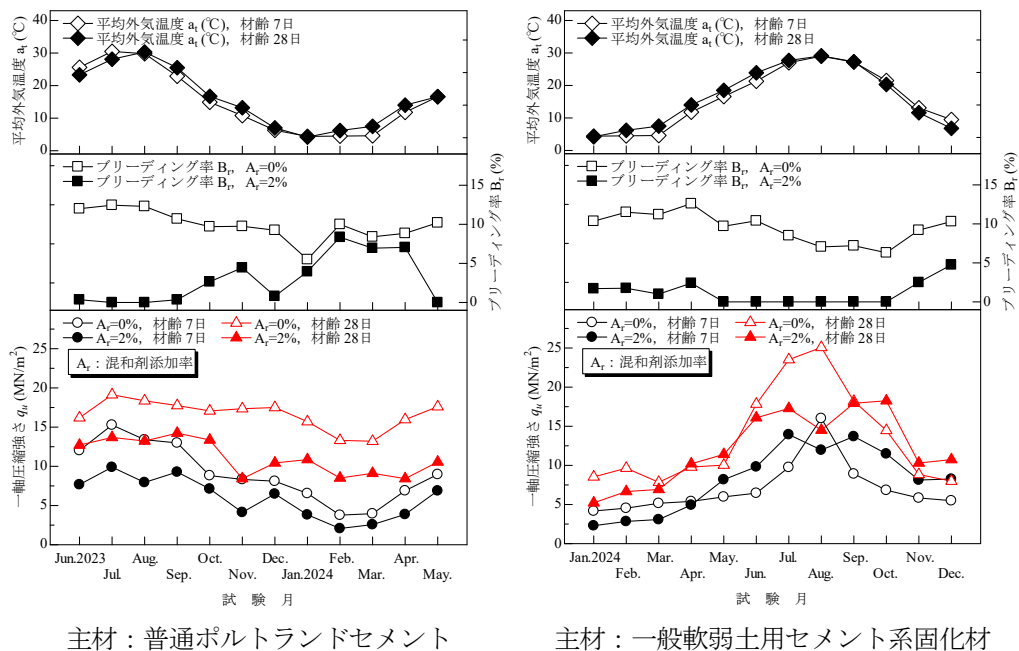


図-1 屋外暴露試験におけるセメントミルクのブリーディング率および一軸圧縮強さの経時変化

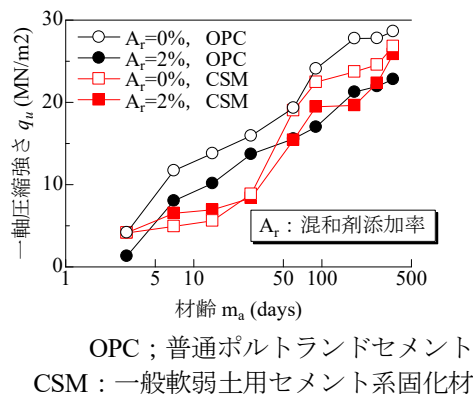


図-2 室内恒温試験におけるセメントミルクの一軸圧縮強さの経時変化