

# CO<sub>2</sub> ナノバブルを用いた低炭素型セメント材料の開発

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部4年 河合頼芽

## 1. 研究背景および研究目的

セメント産業における CO<sub>2</sub> 排出量は世界排出量全体の約 8% を占めており、今後の世界的なセメント需要の増大も考慮すれば、脱炭素化やカーボンニュートラルの観点からも本産業分野における CO<sub>2</sub> 排出量の削減は必要不可欠である。こうした背景から近年では、普通ポルトランドセメントの一部を製鉄所の高炉において副生する高炉スラグで置き換えた高炉セメントの開発が近年進んでおり、実際に高炉スラグの混合割合が 40% の高炉セメント B 種においては、普通ポルトランドセメントと比較して約 43% の二酸化炭素を削減できることが報告されている。しかしながら高炉セメントには、高炉スラグの混合割合の増加に伴う初期強度の低下が指摘されていることから、本研究においてはセメントコンクリートにおける炭酸化反応の促進効果が報告されている CO<sub>2</sub> ナノバブルの高炉セメントへの適用による強度改善について検討を行った。

## 2. 材料および方法

高炉セメント試料は、普通ポルトランドセメントと高炉スラグ微粉末 4000 (セラメント) をセメント混合比 100%, 70%, 50%, 30%, 0% で混合することで作製した。その試料を水および CO<sub>2</sub> ナノバブル水と水粉体比 0.5 で混合し、供試体を作製した。CO<sub>2</sub> ナノバブル水は、溶液中の CO<sub>2</sub> 濃度が 1,200~1,400 ppm の濃度になるようナノバブル発生装置 (AzNano10<sup>10</sup>) を用いて作製した。なお、溶液中の CO<sub>2</sub> 濃度の測定には、ポータブル炭酸ガス濃度計 (CGP-31) を使用した。供試体は、7 日間および 28 日間の気中養生後、一軸圧縮強度を測定した。

## 3. 結果および考察

図 1 および図 2 に気中養生 7 日後、28 日後における一軸圧縮試験の結果を示す。どちらの結果においても、セメント混合比に関わらず CO<sub>2</sub> ナノバブル水を用いた供試体の強度が高いことが示され、28 日後の供試体においては 10%~20% ほどの強度改善率を示した。また、7 日後においては高炉スラグの混合割合の増加に伴う強度の低下を抑制していることが確認された。これは CO<sub>2</sub> ナノバブル水を用いたことでカルシウムイオンとの反応による炭酸塩の生成や、水酸化物イオンの拡散に伴う水和物の生成が促進されたことでセメント中の空隙充填が進行し、内部構造が緻密化したことが原因と考えられる。これらの結果を踏まえて、CO<sub>2</sub> ナノバブルはセメントの強度改善に有効であると結論付けた。

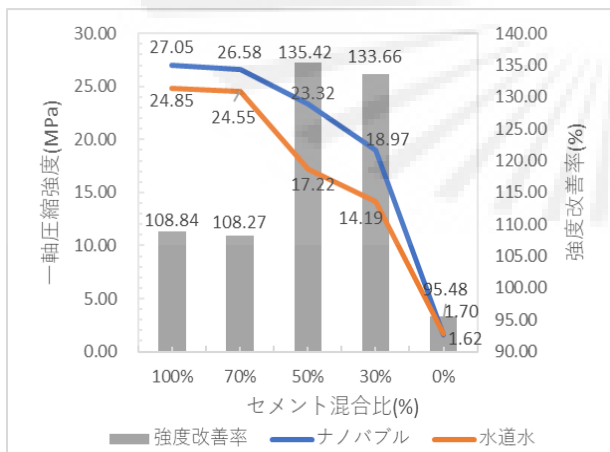


図 1 気中養生 7 日後の一軸圧縮強度

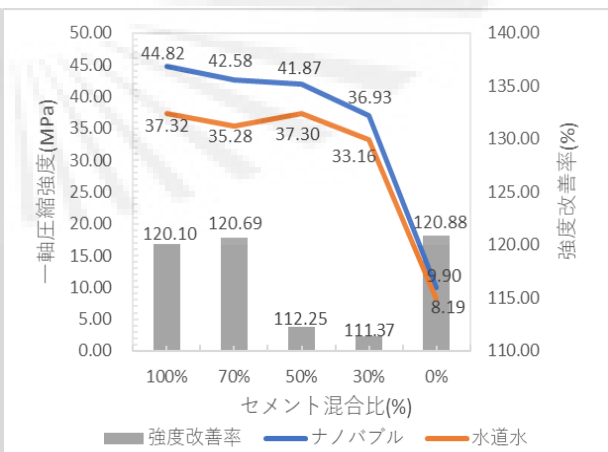


図 2 気中養生 28 日後の一軸圧縮強度