

深海環境におけるコンクリートの物性変化に関する基礎的研究

東京工業大学 学生会員 ○岩本 大輝
東京工業大学 正会員 岩波 光保
東京工業大学 正会員 中山 一秀

1. 目的

近年、世界ではエネルギーや鉱物資源の不足問題に直面している。その様な状況の中それらの資源を深海に求める動きが出てきている。海底資源を安定的に供給するには海底に採掘プラントなどの構造物を建設する必要がある。深海は高水圧が作用する上に水温 2～4℃という過酷な環境にある。深海という過酷な環境で使用する材料としてコンクリートが注目されている。

本研究では透水を一部制限したモルタル供試体に 50MPa の水圧を作用させることで透水面からの距離によるひずみの挙動の変化を観察するとともに、長期間水圧が作用した場合のひずみの挙動を観察した。

2. 実験概要

本研究では実験①でモルタル中への透水状況を観察し、その後、実験②および実験③で水圧作用時のひずみの変化を観察した。

実験①では供試体の質量を測定し、その後高水圧载荷装置の圧力容器内に入れ、昇圧速度 3MPa/min, 降圧速度 10MPa/min で水圧を作用させた。水圧の作用条件は最大水圧 5MPa で最大水圧維持時間 1 秒, 最大水圧 50MPa で最大水圧維持時間 1 秒, 最大水圧 50MPa で最大水圧維持時間 1 時間の 3 ケースとした。水圧徐荷後にそれぞれの供試体の質量を測定した。供試体を割裂し、割裂面に水漏れ検査剤を吹き付け、水の浸透深さを観察した。

実験②では、材齢 7 日の供試体を高水圧载荷装置の圧力容器内に入れ、最高水圧 50MPa, 水圧保持時間 24 時間, 昇圧速度 3MPa/min, 降圧速度 10MPa/min で水圧を作用させ、供試体に作用する水圧が上昇する過程のひずみ変化を観察した。実験③では、材齢 16 日の供試体に実験②と同様に水圧を作用させ、一定水圧が作用している間のひずみの変化を観察した。

本研究における高水圧の作用は、図 1 に示す高水圧载荷装置を用いて行った。高水圧载荷装置は、水を満たした圧力容器へシリンジポンプから水タンクより吸い上げた水を送り込むことで圧力容器内の水圧を上げる仕組みとなっている。

供試体はモルタルで作製した。結合材には早強ポルトランドセメントを使用し、水セメント比は35%とした。供試体のサイズはφ10×20cmの円柱とした。打設1日後脱型を行い、その後水中養生を行った。養生終了後、上面以外にエポキシ樹脂を図2のように塗ることで透水を制限した。実験③においては、供試体の角部とエポキシ樹脂と供試体のつなぎ目からの水の侵入を防ぐために、SBテープとVMテープを用いて透水を制限した。実験①においては6日間の水中養生の後、エポキシ樹脂を塗る前に供試体を気温60℃、湿度0%の環境で6時間乾燥させ、その後エポキシ樹脂を図2のように塗り透水を制限した。

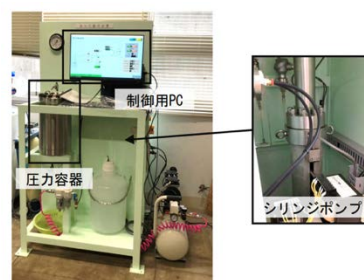


図1 高水圧载荷装置

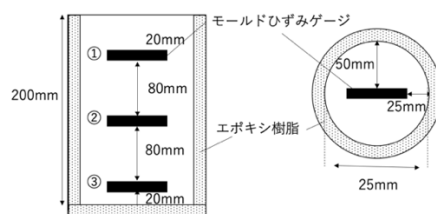


図2 供試体の概要

キーワード コンクリート, 高水圧, 透水, 透水距離, ひずみ

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-21 TEL 03-5734-3194

3. 実験結果

a) 実験①（透水量の観察）

表1に浸透深さ、吸水率、供試体の割裂面に水漏れ検査剤を吹き付けた様子を示す。表1からわかるように、水圧が大きいほど、水圧作用時間が長いほど、供試体内部に水が浸透していることが分かる。また水圧50MPaを作用させた際には供試体の側面からも水が浸透していることがわかる。

b) 実験②（水圧上昇時のひずみ挙動）

昇圧過程におけるひずみの挙動を図3に示す。昇圧過程において透水面から遠いほどひずみが大きくなることが分かる。

c) 実験③（水圧維持時のひずみ挙動）

水圧50MPa到達後の圧縮ひずみの増加量を図4に示す。本実験において水圧上昇過程において①のひずみゲージが故障した。図4からわかるように、時間とともに圧縮ひずみの量が増加した。また、水圧保持期間中に急激にひずみが増加していることが分かる。さらに透水面からの距離によってひずみの増加の仕方が異なった。

4. 考察

実験①および実験②より、水圧作用時、供試体中の透水状況が異なり、透水が起きている位置におけるひずみは間隙水圧が働くことによりひずみの変化が抑えられると考えられる。

実験①および実験③より、一定水圧作用時のひずみの増加の原因として水の浸透が考えられる。水圧が50MPaに到達した時にはまだ透水が完了しておらず、時間とともに透水は進み、モルタル中のセメント硬化体の骨格にダメージを与え、圧縮ひずみが増加したのではないかと考えられる。

5. 今後の展望

本研究で得られた結果より、実際に深海でコンクリートを使用する際、コンクリート構造物の大きさ、使用期間によってコンクリートの挙動が異なることが分かった。そのため、今後は、供試体のサイズ、供試体の透水性などを変えた実験を進めていく必要がある。

参考文献

- 1) 小林真理, 高橋恵輔, 山中寿朗, 牧田寛子: 深海底におけるセメントモルタルの物理的特性と水和物の変化, *Cement Science and Concrete Technology*, Vol. 72, pp. 247-254, 2018
- 2) 田中佳南: 高水圧を受けるコンクリートの力学的挙動の基礎的研究, 東京工業大学修士論文, 2020

表1 供試体の吸水特性

水圧	5MPa	50MPa	50MPa
最大水圧維持時間	1秒	1秒	1時間
浸透深さ	2mm	5mm	9mm
吸水率	0.89%	1.63%	1.77%
割裂面に水漏れ検査剤を吹き付けた様子			

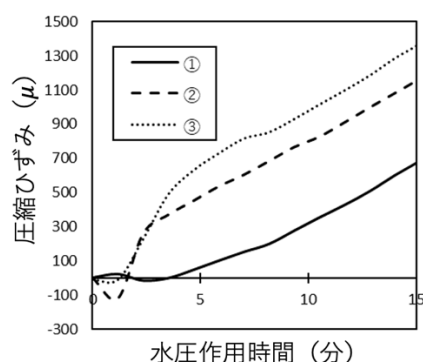


図3 水圧昇圧時のひずみと時間の関係

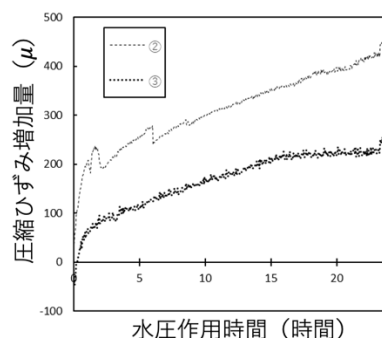


図4 水圧保持時のひずみと時間の関係