

高水圧作用下におけるモルタルのひずみ挙動に最大水圧が与える影響

東京工業大学 学生会員 ○石鍋 直樹  
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，海底資源（エネルギーおよび鉱物）開発や洋上風力発電，二酸化炭素回収貯留（CCS）技術など，深海を利活用する動きが高まりを見せている．また，高水圧をはじめとする極限環境である深海の利活用を，安定的かつ効率的に行うために必要な建設資材の一つとして，コンクリートの利用が検討されている．

本研究では，モルタル供試体に 5MPa から 40MPa の異なる 6 種の水圧をそれぞれ作用させ，最大水圧の違いによる供試体中心部におけるひずみ挙動の変化を観察した．

2. 実験概要

高水圧作用下において水分浸透が生じやすい，水セメント比 70%のモルタル<sup>1)</sup>でΦ50×200mmの円柱供試体を作製した．配合を表 1 に示す．結合材には早強ポルトランドセメントを用い，表中の Ad1 は増粘剤，Ad2 は消泡剤を示す．円柱供試体の中心には，図 1 に示すようにゲージ長 50mm のモールドゲージを埋設した．打設翌日に脱型をした後，28 日間の水中養生を行い，その後室温 20℃，R.H.60%の恒温恒湿槽で7日間の乾燥を行った．

作製した供試体に対して高水圧載荷装置（図 2）を用いて高水圧作用を行った．高水圧作用過程は昇圧過程，保持過程，降圧過程の三つから成り，これらの合計時間を23時間とした．保持する最大水圧は5MPa，10MPa，15MPa，20MPa，30MPa，40MPaの6種として高水圧作用過程におけるひずみ挙動をそれぞれ測定した．昇圧速度および降圧速度は，昇圧過程および

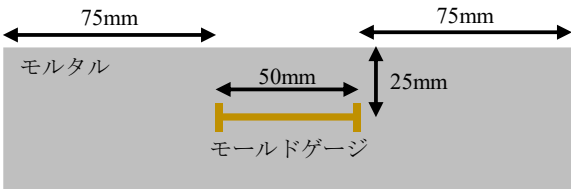


図 1 モールドゲージ埋設位置（断面図）



図 2 高水圧載荷装置

降圧過程における水分浸透への影響を低減させるために，設定可能な最大値である 9MPa/min とした．また，高水圧作用前後において供試体の質量を測定した．

3. 実験結果および考察

簡単のため，結果のうち(1)～(3)では 10MPa，20MPa，30MPa，40MPa の供試体のみを表示する．

(1) 昇圧過程のひずみ挙動

水圧作用開始から最大水圧到達時までの昇圧過程では既往研究<sup>2)</sup>と同様に圧縮ひずみの増加が確認された．また，生じた圧縮ひずみは作用させる最大水圧が大きいほど大きい値を示した．

(2) 保持過程のひずみ挙動

図 3 に最大水圧到達後の保持過程において，ひず

表 1 配合

| W/C (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |      | 単位量 (C × %) |      |
|---------|--------------------------|-----|------|-------------|------|
|         | W                        | C   | S    | Ad1         | Ad2  |
| 70      | 398                      | 561 | 1052 | 0.50        | 0.01 |

キーワード 深海，モルタル，高水圧，水分浸透，ひずみ挙動  
連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-21 TEL 03-5734-3194

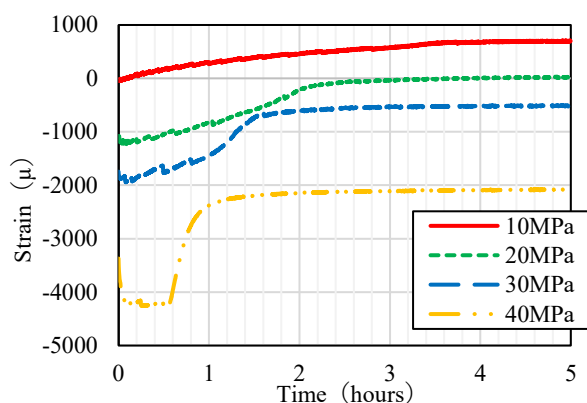


図3 最大水圧到達時からの時間とひずみ挙動

み挙動の変動が見られた前半5時間分のひずみ挙動を示す。ここでも既往研究<sup>1)</sup>と同様に圧縮ひずみが次第に緩和していく様子が見られた。また、圧縮ひずみの緩和量は最大水圧が大きいほど大きかった。さらに、緩和が終了するまでの時間は最大水圧が大きいほど短かった。これは最大水圧を大きくすることによって水分浸透が促進され、水分浸透に伴って生じる圧縮ひずみの緩和の挙動に違いが生じたためと考えられる。

最大水圧が30MPa、40MPaの供試体では、水圧保持開始当初も圧縮ひずみの増加が見られ、40MPaではその後40分間程度ひずみの変動が見られなかった。この原因として、水分浸透が生じた箇所とそうでない箇所におけるひずみの差によって微細ひび割れが生じ<sup>2)</sup>、供試体全体のひずみ挙動をモールドゲージが検知できなかったことなどが考えられる。

### (3) 降圧過程のひずみ挙動

図4に水圧保持終了から水圧作用終了までの降圧過程におけるひずみ挙動を示す。全ての供試体で膨張方向に変化したものの、40MPaの供試体では水圧除荷後も圧縮方向のひずみが残った。供試体は乾燥後に水圧作用を行っているため、湿潤膨張が予測されたが、40MPaにおいては作用水圧が大きく、(2)と同様の微細ひび割れの形成が圧縮方向の残留ひずみの原因として考えられる。

### (4) 質量変化

水圧作用前後の質量変化量を、水圧作用前の質量で除して水圧作用による質量変化率を算出した結果を図5に示す。これは水圧作用によってどれだけの水分浸透が生じているかの指標となる。図5から、質量変化率は作用させる最大水圧に依らずある範囲

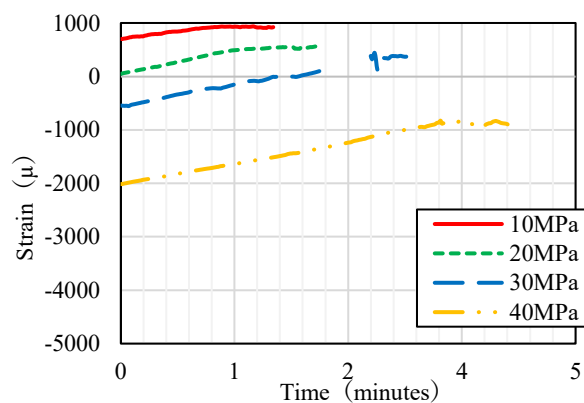


図4 降圧開始時からの時間とひずみ挙動

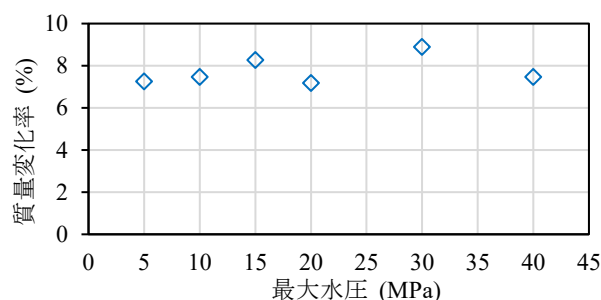


図5 最大水圧と質量変化率

に収まっていることが分かる。これは降圧過程においても水分移動が生じていることが可能性の一つとして考えられる。

## 4. まとめと展望

本研究で得られた結果から、高水圧作用下におけるひずみ挙動は作用させる最大水圧に応じて違いを見せることが分かった。一方で、降圧過程を経て検出される質量変化においては明確な違いは見られなかった。今後は、降圧過程を経ない状況での水分浸透量や水分浸透状況に関する検討を行い、より詳細な状況把握を行っていく必要があると考えられる。

## 参考文献

- 1) 山口慶祐ほか：高水圧作用下における水分移動に着目したコンクリートの力学特性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp.220-225, 2022
- 2) 田中佳南ほか：高水圧を受けるコンクリートの物性変化に関する基礎的研究, コンクリート工学会年次論文集, Vol.42, No.1, pp.233-238, 2020