

論文 静水圧環境下における鉄筋コンクリートの曲げ挙動に関する実験的研究

○中央大学 理工学部土木工学科 学生会員 深沢亮司

中央大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 非会員 佐藤聡平

中央大学教授 理工学部土木工学科 工博 正会員 大下英吉

1. はじめに

近年、大深度海洋構造物・地下構造物の利用が注目されてきているが、大深度海洋下・地下に施工されるコンクリート構造物に作用する静水圧は MPa オーダーとなるため、多孔質透水性材料であるコンクリートにとって、静水圧の影響を無視出来ないのが現状である。そこで静水圧環境下におけるコンクリート材料の変形および力学的特性の解明は必要不可欠である。著者らは¹⁾、静水圧が作用した状態における無筋コンクリートの曲げ強度試験を行い、作用する静水圧の値が大きく、作用時間が長くなるほど強度は小さくなることを報告している。

本研究では、大深度海洋下あるいは大深度地下を模擬することの出来る浸透劣化装置を用いて静水圧が作用した環境下での鉄筋コンクリートの曲げ強度試験を行い、各種静水圧における鉄筋コンクリートの曲げ強度特性に及ぼす影響評価に関する検討を行った。

2. 実験概要

供試体は、15×15×53cm の形状寸法をした梁部材であり、図-1 示すように供試体内部にコンクリート用のモールドゲージを設置した。

載荷実験までの供試体の処理方法は、鉄筋コンクリート供試体を水槽内に設置し、所定の静水圧を作用させた直後に曲げ強度実験を実施したもの（以下 0 時間静置と称す）と、所定の静水圧を 24 時間に渡って持続的に作用させた後に曲げ強度実験を実施するもの（以下 24 時間静置と称す）の 2 種類である。前者は曲げ試験による力学的特性の評

価であり、後者はコンクリート内部への水の浸透現象が生じる過程、或いは完了した後に分離圧として間隙水圧が生じている状態における力学的特性の評価である。なお、供試体材齢は 7 日であり、載荷速度は 0.5mm/min とした。

使用したコンクリートの配合は表-1 に示す通りである。実験パラメータは、表-2 に示すように静水圧 (MPa) および静水圧を作用させる時間とした。

支間は 45cm、供試体の張り出し部分は 4cm として 3 等分点載荷により曲げ強度試験を行った。また、2 本の高感度変位計を設置し、たわみ量を測定した。その計測値の平均をコンクリート供試体の中央部分のたわみ量とした。計測項目は、荷重、たわみ量、各部分のひずみである。

3. 分離圧が供試体の変形状に及ぼす影響評価

3.1 水分圧入性状

図-2 は、材齢 28 日、1.0MPa の静水圧を 24 時間載荷時の供試体各部分におけるひずみ履歴を表している。□、▲および○は供試体上層部、中層部および下層部のひずみを示している。変形挙動全体の傾向として静水圧を載荷した直後、静水圧の作用により内部で収縮が生じ、その後徐々に膨張方向へひずみが増加している。供試体が膨張方向へ変化する現象は、外部からコンクリート内部への水の浸透現象により生じる間隙水圧の作用によるものと考えられる。圧縮方向、膨張方向へのひずみ幅はともに鉄筋から離れる程大きくなっていくことがわかる。これは供試体が鉄筋によっ

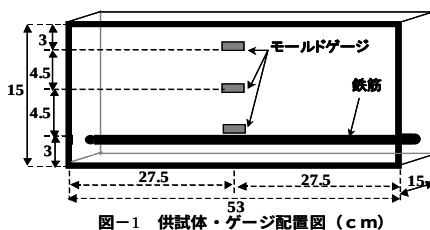


図-1 供試体・ゲージ配置図 (cm)

表-1 配合表

W/C (%)	最大骨材寸法 (mm)	スランブ (cm)	最骨材率 (%)
35	20	7	33
単位量(kg/m ³)			
水	セメント	最骨材	粗骨材
136	389	603	1217
			6.613

表-2 実験パラメータ

供試体名	材齢(日)	静水圧(MPa)	作用時間(時)
7-0.0-0	7	0.0	0
7-1.0-0	7	0.0	0
7-0.0-24	24	1.0	24
7-1.0-24	24	1.0	24

キーワード；静水圧、曲げ強度試験、鉄筋コンクリート

連絡先；住所：東京都文京区春日 1-13-27 電話番号：03-3817-1892 FAX：03-3817-1803

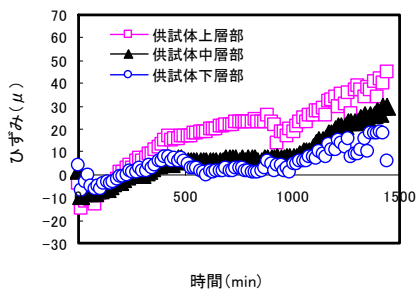


図-2 24時間静水圧下における各部のひずみ変化

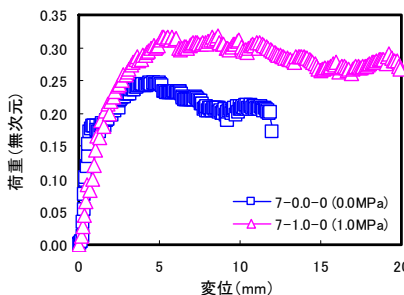


図-3 0時間静置における荷重～変位図

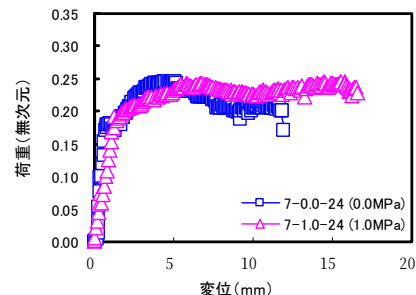


図-4 24時間静置における荷重～変位図

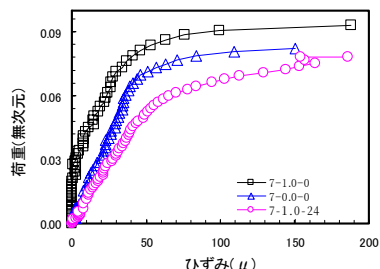


図-5 供試体下部の各状況下におけるひずみの違い

表-3 最大荷重 クラック発生荷重

供試体名	荷重		(曲げ荷重)/(圧縮荷重)	
	クラック荷重 (KN)	最大荷重 (KN)	クラック荷重 (無次元)	最大荷重 (無次元)
7-0.0-0	43.3	107.1	0.094	0.232
7-1.0-0	43.7	148.5	0.097	0.322
7-0.0-24	43.3	107.1	0.094	0.232
7-1.0-24	37.5	117.7	0.078	0.246

て変形を拘束されるためと考えられる。

3.2 曲げ強度試験結果

曲げ強度試験で得られた荷重～変位関係を図-3、図-4に示す。図-3に示す□および△は0時間静置の0.0MPa(水中)および1.0MPaの静水圧環境下における結果を示し、図-4に示す□および△は24時間静置の0.0MPa(水中)および1.0MPaの静水圧環境下における結果を示している。両図の縦軸は供試体の曲げ荷重、破壊荷重のばらつき等の供試体誤差を考慮し、圧縮荷重で無次元化した値である。表-3は図-3、図-4の圧縮強度試験時の最大荷重、クラック発生荷重をまとめたものである。

0時間静置の場合、静水圧の作用が大きくなると、クラック発生荷重、最大荷重ともに増す結果を示した。24時間静置の場合、静水圧の作用が大きくなるとクラック発生荷重は減少し、最大荷重の増加量は0時間静置と比べ小さくなっている。

図-5は各静水圧環境下での曲げ試験で得られたクラック発生までの荷重～ひずみ関係であり、ひずみ測定位置は供試体下層部である。

同図に示すように、短時間静水圧を1.0Mpa作用させた状態では、0時間静置0.0MPa(以下、水中と称す)と比較した時、荷重変化に伴う引張方向へのひずみは小さく、クラック発生荷重は大きくなっている。また、静水圧1.0Mpa長時間作用させた状態では、水中と比較すると、荷重増加に伴う引張方向へのひずみは大きく、クラック発生荷重は小さくなり双方で逆の傾向を示している。

3.3 強度特性メカニズム

0時間静置した供試体の場合、供試体内部の微

細空隙まで水の浸透現象がほとんど起こらないため供試体内部と外部に圧力差が生じ、この差が載荷時の体積膨張を拘束することにより強度が大きくなると考えられる。一方、24時間静置した供試体の場合、供試体内部の微細空隙へ水の浸透現象により供試体内部では分離圧として間隙水圧が発生する。この間隙水圧は供試体内部に微小なクラックを発生させるとともに、外部の静水圧とほぼ等しくなると考えることができ、強度は小さくなると考えられる。

4. まとめ

本研究では、静水圧環境下における鉄筋コンクリートの曲げ強度特性の影響評価を行うために各種静水圧(0.0MPa、1.0MPa)環境下に長期間静置した場合と短期間静置した後に実験を行った場合を比較し、鉄筋コンクリートの力学的特性に対する評価を行った。以下に本研究において得られた結果を示す。

(1) 長期間静水圧環境下に静置された鉄筋コンクリートは水の圧入現象により体積膨張するが鉄筋による拘束の影響を受ける。

(2) 静水圧環境下における鉄筋コンクリートの力学的特性は作用静水圧の大きさと作用時間に大きく依存する。

参考文献

- 1) 松下博憲、佐藤聡平、大下英吉：静水圧環境下におけるコンクリートの曲げ挙動に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、第25巻、第1号、pp.371-376、2003