RC 梁部材の曲げ挙動に及ぼす静水圧の拘束効果に関する研究

中央大学　学生会員　○侯　之霖　中央大学　学生会員　齋藤　優成
中央大学　学生会員　畠山　大輝　中央大学　正会員　大下　英吉

1. はじめに

近年，大深度海洋構造物や地下構造物などのコンクリート構造物の利用が注目されている．これらの典型的な事例が水中トンネルや地下タンク，放射性廃棄物処理施設である．これらのコンクリート構造物においては常時荷重として水圧がコンクリート表面に直接作用すると強度が低下する可能性がある．また，これらの構造物は建造後の保守や補修などの管理が非常に困難でありながら，補修なくして長期にわたる耐久性が確保されなければならない重要構造物である．

従来，大深度海洋構造物や地下構造物におけるコンクリート構造物の変形挙動を考える際，大気中でのコンクリートの力学特性を適用していた．しかし，コンクリート構造物を水深数百メーター―のような深海等に施工すると，構造物に作用する水圧は MPa オーダーとなるため，水中環境下における，コンクリート構造物の変形および力学的特性の解明が必要不可欠である．

一般に，コンクリートは多孔質透水性材料であり，水が直接コンクリート表面に作用すると，内部に発生する間隙水圧勾配によって細孔内に水の浸透現象が起こる．その結果，コンクリート骨格と内部空隙もしくはひび割れ内部の水が外力に抵抗をすることにより，この浸透現象は時にコンクリートの破壊を引き起こす事例が報告されている[1]．

本研究では，RC梁部材が静水圧の作用下，コンクリート内部に浸入し難い際に生じる拘束効果の影響評価を行うことを目的とし，大深度海洋下や地中下を模擬することを可能とする浸透劣化装置により各種静水圧が作用した状態における曲げ試験を実施した．

2. 実験概要

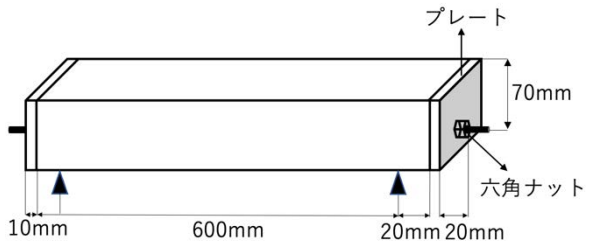
2.1 試験体概要

コンクリートの配合は**表－１**に示すように，水セメント比を 60%とした．セメントは普通ポルトランドセメントを使用し， 細骨材（比重：2.61g/㎤）粗骨材（比重：2.66g/㎤，最大寸法：20mm）を使用した．

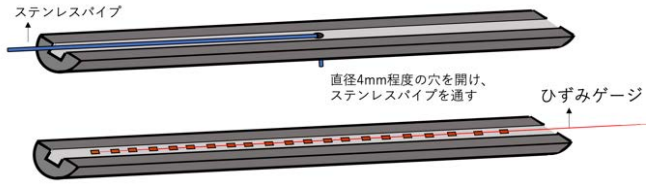
試験体概要は**図－１**に示すように 640×250×100 の形状寸法した．鉄筋のコンクリート部への定着は，厚さ 10mm のプレートを付けて鉄筋ねじ切り加工をした箇所を六角ナットで固定した。コンクリートの設計基準強度は 23kN，設計曲げ耐力は 23.2kN，設計せん断耐は 30.3kN とした．本実験では曲げ破壊先行型とした．

鉄筋は**図－２**に示すように 21 枚で間隔 3mm のひずみゲージとステンレスパイプを設置した．使用した鉄筋は，貼り合わせ鉄筋 D16(SD295)を用い，1 つの試験体に対し鉄筋の長さは 740mm とした．貼り合わせ鉄筋は中間には直径 4mm 程度の穴があいているものを用いた．この穴はステンレスパイプを通すためのものである．このステンレスパイプは試験体中の間隙水圧を測定する．

モールドゲージの設置位置は**図－３**に示すように，鉄筋から１㎝ 離れた個所とした．コンクリート上縁から 2㎝，4㎝，7㎝ の箇所で設置した．



図－１　試験体概要



図－２　鉄筋概要

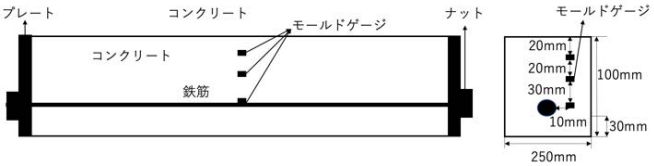
キーワード　曲げ強度　間隙水圧　拘束効果
連絡先　〒112-8551　東京都文京区春日1-13-27　中央大学理工学部都市環境学科コンクリート研究室
TEL：03-3817-1892　Mail：a20.st84@g.chuo-u.ac.jp

表－１　コンクリート配合表

G_{max}(mm)	スランプ(cm)	空気量(%)	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m3)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤
20	12	5	60	43.1	175.02	291.7	782.65	1013.83	2.92

表－２実験パラメータ

試験体名称	水中養生時間（日）	静水圧（MPa）	静水圧載荷日数
①S-14-0.0	14	0.0	0
②S-21-0.5	21	0.5	0
②S-21-1.0	21	1.0	0



図－３　モールドゲージ概要

2.2　実験パラメータ

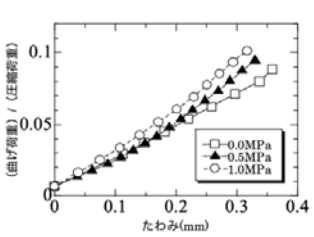
曲げ載荷実験は，**表－２**に示すように静水圧(MPa)および圧を水中養生させる時間を実験パラメータとし，静水圧による拘束効果の比較を行う．なお，静水圧載荷日数は，青木ら[3]，森本ら[4]の研究により得られたコンクリートの透水係数に基づいて設定した．

2.3　実験装置

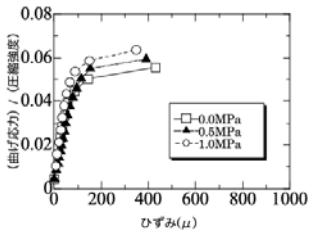
静水圧環境下を模擬するために用いた浸透劣化装置は定吐出型水源により水槽内に最大 1MPa の水圧を持続させた状態で静的試験および疲労試験の実施が可能である．本装置を疲労試験機内に設置し，水槽内に曲げ治具コンクリート供試体を設置する．この状態においてピストンに荷重を載荷することにより水槽内の供試体に荷重を載荷することが可能である．また，水槽の側面に水の排出口，ひずみゲージ等のコード取り付け口，水圧計を取り付けている．計測項目は水圧，間隙水圧，荷重，変位，ひずみである．

2.4　実験方法

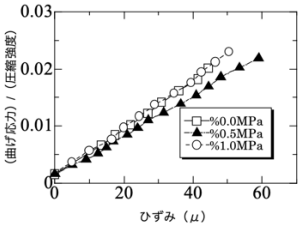
試験体の処理方法と実験方法は，**表－３**に示すように，材齢28日と材齢35日の鉄筋コンクリートを水槽内に静置して，静水圧を14日に渡って持続的に作用させた後に曲げ載荷実験を実施する。曲げ載荷試験の載荷速度は0.5mm/minである。



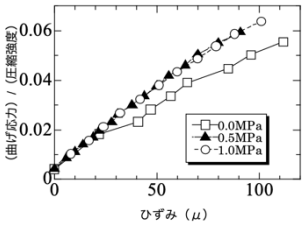
図－４　荷重～たわみ曲線



図－５　応力～ひずみ曲線（下中央引張部）



図－６　応力～ひずみ曲線（下端引張部）



図－７　応力～ひずみ（上中央圧縮部）

3.　実験結果

図－４～図－７示すように,静水圧環境下にRC梁部材の曲げ強度は，静水圧の増加とともに大きくなり，たわみおよび供試体下中央部の引張方向のひずみは小さくなる傾向を示している。水が供試体内部に浸透し難いため，内部の間隙水圧と外部水圧に差が生じ，この水圧の差が載荷時の供試体の変形を拘束することによって作用する静水圧が大きくなるほど強度が大きくなるものと考えられる。また，たわみ量に関しても同様な要因で，供試体が破壊するまで変形が拘束されているため，静水圧の作用が大きいほどたわみ量が小さく，供試体下部の引張方向のひずみも小さくなっていると考えられる。

4.　参考文献

1) 木村健，劉兆涛，一ノ瀬晴幸，大下英吉；コンクリートの力学特性に及ぼす微細空隙内部の水圧性状に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，2002

2) 青木秀行，村上祐貴，大下英吉：水セメント比の違いによる鉄筋近傍の透水性状に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，2002

3) 森本康照,小野貴史,大下英吉:コンクリート内部に存在する鉄筋とコンクリート界面における統一的透水係数の構築 ，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，2003