

コンクリート細孔に存在する凝縮水の圧力変動と材料の動的応答

法政大学 学生会員 ○鍛冶哲理
法政大学 正会員 藤山知加子

1. 目的

本研究の目的は、コンクリート細孔中の凝縮水の水压変化が構造物の動的応答に及ぼす影響を定量的に明らかにすることである。

2. 試験概要

試験パラメータを表-1 に示す。パラメータは、W/C、乾湿、載荷速度の3項目。W/C は、30%、40%、50%、60%、70%の5種類である。含水率は、乾燥状態と湿潤状態の2種類。載荷速度はひずみ速度を指標とし静的、動的の2種類とした。

次に、本試験で使用したコンクリートの配合の例を表-2 に示す。供試体は28日間水中養生を行った。本研究では、供試体の一日あたりの重量変化が2g以下になった時点で乾燥と規定した。湿潤状態のものは試験直前まで水中にあり、表面を軽く拭き試験を行った。

載荷方法は、静的載荷・動的載荷の2種類、静的は $4.17 \times 10^{-5}/\text{sec}$ 、動的は $4.17 \times 10^{-3}/\text{sec}$ である。なお、ここで言う載荷速度とは、載荷軸方向の変位量から求まるひずみを用いて算出した、載荷開始から最大圧縮強度点までの平均ひずみ速度である。

本試験における計測項目は、供試体に作用する荷重ならびに供試体の軸方向のひずみ量である。軸方向ひずみゲージを貼りひずみ量を計測、ひずみ速度を算出した。ひずみと荷重はいずれも0.05秒間隔で計測した。

3. 実験結果

3.1 含水が及ぼす影響

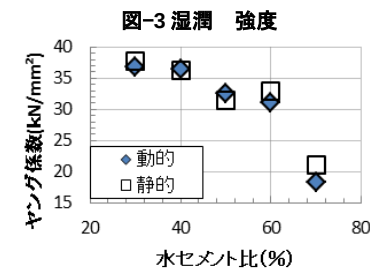
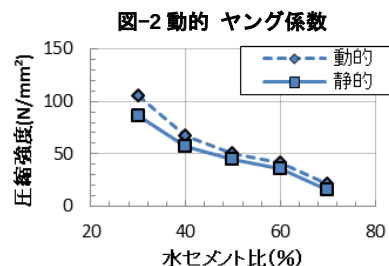
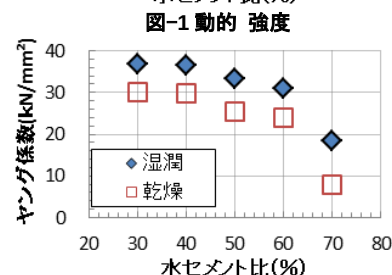
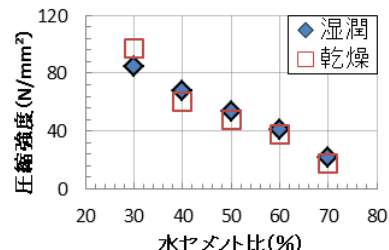
動的載荷において乾燥、湿潤の強度およびヤング係数の結果を図-1、図-2に示す。乾燥状態に対する湿潤状態の強度の割合は、W/C=30%以外のすべてケースで乾燥状態より湿潤状態の方が10%程度以上高い。また、ヤング係数では乾燥状態に対する湿潤状態の割合は、各W/Cにおいて20%以上増加している。

3.2 含水コンクリートの速度依存応答

湿潤状態のみに着目した静的載荷と動的載荷の強度およびヤング係数の結果を図-3、図-4に示す。静的載荷に対する動的載荷の強度の割合は各W/Cで10%以上である。ヤング係数については、静的載荷に対する動的載荷の割合はW/C=70%を除くと、約5%以下の変化でありW/Cによってヤング係数に大きな差は見られなかった。各W/Cごとに応力-ひずみ曲線の例としてW/C=50%を図-5に示す。湿潤状態では動的載荷と静的載荷ではヤング係数に顕著な差は見られないが、強度は動的載荷の方が大きくなっている。これはすべてのケースで同じ傾向だった。

表-1 試験パラメータ

W/C	供試体名	供試体数	乾湿状態		載荷速度	
			湿潤	乾燥	静的	動的
30%	Ws-30	3	○	—	○	—
	Wd-30	3	○	—	—	○
	Ds-30	3	—	○	○	—
	Dd-30	3	—	○	—	○
40%	Ws-40	3	○	—	○	—
	Wd-40	5	○	—	—	○
	Ds-40	3	—	○	○	—
	Dd-40	3	—	○	—	○
50%	Ws-50	3	○	—	○	—
	Wd-50	5	○	—	—	○
	Ds-50	3	—	○	○	—
	Dd-50	3	—	○	—	○
60%	Ws-60	3	○	—	○	—
	Wd-60	5	○	—	—	○
	Ds-60	3	—	○	○	—
	Dd-60	3	—	○	—	○
70%	Ws-70	3	○	—	○	—
	Wd-70	3	○	—	—	○
	Ds-70	3	—	○	○	—
	Dd-70	3	—	○	—	○



キーワード ひずみ速度、細孔構造、含水率、動的応答

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学 TEL03-5228-1406

表-2 コンクリート示方配合

粗骨材の最大寸法	スラブの範囲	空気量の範囲	水セメント比	細骨材率	単位量(kg/m ³)					
					水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	AE剤
(mm)	(cm)	(%)	w/c	s/a	W	C	S	G	(C×%)	(C×%)
20	12	4.5	50	44.00	158	318	786	1037	*0.01	*0.003

4. 含水コンクリートの動的応答特性に関する考察

4.1 細孔構造からの分析

動的載荷時の乾燥に対する湿潤のヤング係数の増加分を図-6 に示す。動的載荷における湿潤コンクリートのヤング係数増加は、水セメント比が高いほど増加していたため、空隙の量によって支配されていると推察される。次に、湿潤状態のみに着目した強度の増加分を図-7 に示す。W/C=30%~50%では、W/C が低いほど強度の増加が大きい。強度の増加は水セメント比ごとに異なる空隙の大きさの分布に影響されていると考えられる。

ここで本研究から推定されるセメント内の空隙分布を図-8 に示す。W/C が低くなるにつれて比較的小さい径の分布は増加、大きい径は減少する。小さい径が高速載荷時の強度に及ぼす影響が大きいと仮定すれば、強度およびヤング係数の増加が合理的に説明することができた。

4.2 ひずみ速度による分析

白井ら¹⁾、森ら²⁾の研究を参考に、強度の動的倍率とひずみ速度の関係を比較し図-9 に示す。ここで、動的倍率とは、動的試験で得られた最大強度を、標準養生供試体を用いた静的試験で得られた値で除して得られる無次元の指標である。本研究と白井ら¹⁾のW/C=60%の動的倍率は、ほぼ一致した。一方、W/C=70%では基準となる静的強度が低いので、動的作用による強度増加は、割合で示すと過大となった。

5. 結論

- I. 強度に関して、湿潤状態は乾燥状態よりも載荷速度が速い程、強度も大きくなる傾向が示された。
- II. ヤング係数に関して、湿潤状態のみに着目すると静的載荷、動的載荷に関わらず変化は少なかった。
- III. 動的載荷での湿潤コンクリートのヤング係数増加は、空隙の量によって支配されていると推察される。
- IV. 湿潤コンクリートの強度増加は、W/C ごとに異なる空隙の大きさの分布に影響されていると考えられる。
- V. 本研究の湿潤供試体の結果は、ひずみ速度によって整理された既往の研究と概ね一致した。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 No. 24686054 の助成を受けた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 白井孝治ら：コンクリートの高温下における材料強度のひずみ速度依存性，構造物の衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集，pp.211-216，2000
- 2) 森孝二ら：高ひずみ速度下におけるコンクリートの圧縮および引張強度特性に及ぼす含水率の影響，構造工学論文集，VOL.47A，pp.1673-1681，2001

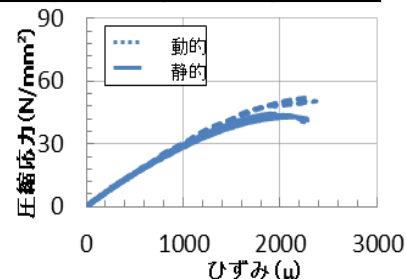


図-5 湿潤 応力-ひずみ曲線

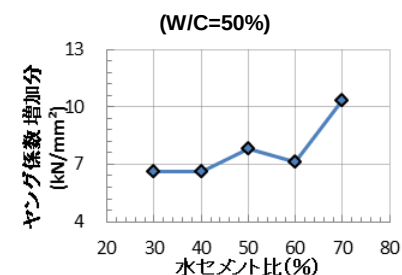


図-6 動的 ヤング係数増加分

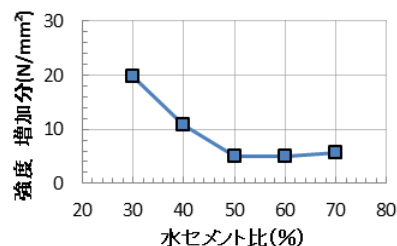


図-7 動的 強度増加分

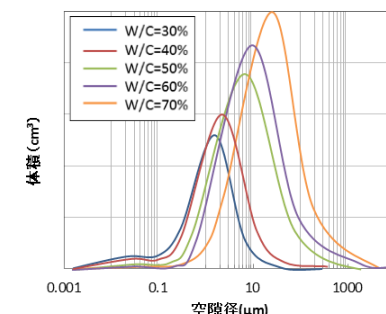


図-8 本研究から推定されるセメント内の空隙分布

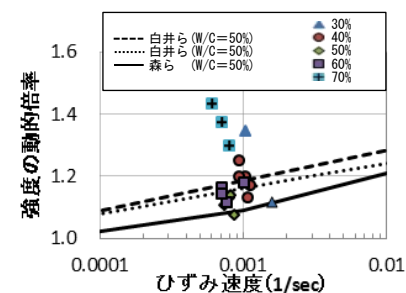


図-9 強度の動的倍率とひずみ速度の関係