

若材齢および凍結させたモルタルおよびセメントペーストを用いた高速載荷試験

法政大学 学生会員 ○加藤 遼二郎 正会員 藤山 知加子

1. 研究目的

本研究の目的は、ひずみ速度効果の発現要因を明らかにすることである。細骨材周辺の遷移帯に存在する自由水に着目し、モルタルとセメントペーストの一軸載荷試験を行い、ひずみ速度効果の発現程度を比較する。また、細孔構造の形成が急速に進行する若材齢期での試験と、凍結状態での試験を行った。

2. 試験概要

試験パラメータを表1に示す。試験にはφ50×100mmのモルタルとセメントペースト円柱供試体を用いて一軸高速載荷試験を行った。C50-D7, C40-D7では材齢7日に統一し、W/Cを50%と40%とした。若材齢試験(C40-D1~M40-D5)ではW/Cは40%に統一し、材齢を1日、3日、5日に設定した。冷却試験(C40-D28-E, M40-D28-E)ではW/Cを40%、材齢28日とし、液体窒素を用いて-190℃まで冷却を行った。測定項目は、荷重、縦ひずみ及び横ひずみとした。載荷速度は高速が低速の100倍の速さになるように設定した。

3. 試験結果

3.1 圧縮強度

圧縮強度とひずみ速度の関係を、標準養生(C50-D7, C40-D7)について図1に、若材齢試験(C40-D1~M40-D5)について図2に示す。凡例のL, Hは低速載荷、高速載荷を意味する。W/Cが50%では、ひずみ速度増加に伴い強度が減少しているもの多く見られた。

凍結試験(C40-D28-E, M40-D28-E)での圧縮強度とひずみ速度の関係を図3に示す。凍結試験ではひずみ速度に大きなばらつきが見られた。ひずみ速度は強度の1/3に至るまでの軸方向ひずみゲージの測定値から供試体ごとに算出したが、凍結試験体ではひずみゲージによる計測が難しく、縦ひずみの値が1000μ程度以下までしか計測できないケースがあったことが、ひずみ速度算出に影響したと考えられる。またモルタルの強度は、ひずみ速度上昇に伴い増加傾向にあったが、セメントペーストの強度は、凍結によって低下しただけでなく、凍結状態ではひずみ速度上昇に伴い、減少傾向にあった。

図4に各試験での破壊形態の一例を示す。材齢1日では、セメン

表1 試験パラメータ

試験名	W/C (%)	養生方法	使用材料	材齢 (日)	試験体数 (本)	
					低速	高速
C50-D7	50	水中養生	セメントペースト	7	5	5
C40-D7	40			7	8	8
C40-D1	40			1	5	5
C40-D3				3	5	5
C40-D5				5	5	5
M40-D1			モルタル	1	5	5
M40-D3				3	5	5
M40-D5	5			5	5	
C40-D28-E	40		セメントペースト	28	5	5
M40-D28-E			モルタル	28	5	5

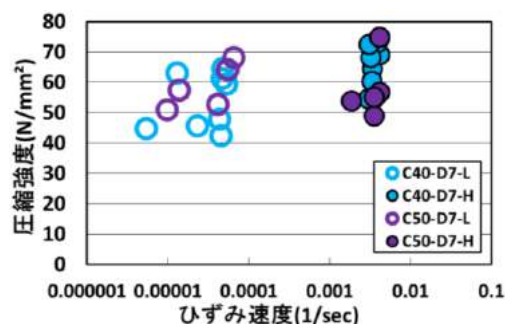


図1 圧縮強度 - ひずみ速度

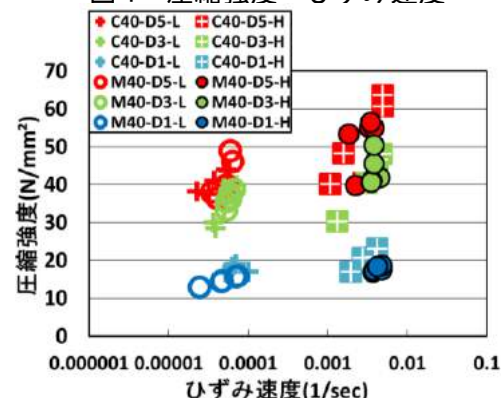


図2 若材齢圧縮強度 - ひずみ速度

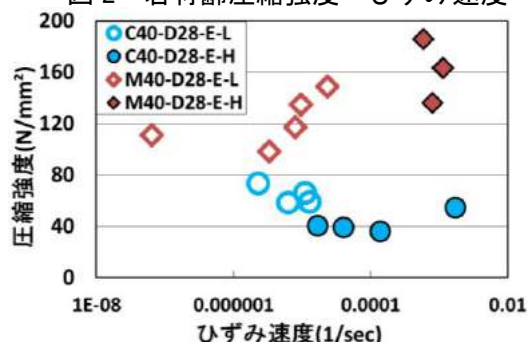


図3 凍結ひずみ速度-圧縮強度

ト、モルタル共に破壊面で未水和反応分のセメントと思われる粉体が見られた。また、既報¹⁾同様、凍結試験ではいずれの試験体も大きな音をたてて爆裂的な破壊に至った。

4. 考察

4.1 W/C の影響

W/C が 50%と 40%の場合のセメントペースト (C50-D7, C40-D7) のひずみ速度上昇による強度増加倍率を図 5 に示す。増加倍率は、低速載荷における強度の平均値を基準としている。W/C が 50%では増加倍率 1.0 を下回っているケースが多くみられるが、W/C が 40%の方がひずみ速度効果の発現度合は大きい。W/C が低い場合細孔構造が密実になることで、自由水の移動が制限され、高速載荷時の粘性抵抗が増加したと考えられる。

4.2 若材齢での細骨材の影響

若材齢試験での強度増加倍率を図 6 に示す。セメントペースト、モルタル共に材齢が高くなるにつれて強度増加倍率の平均値は増加している傾向が見られた。これは材齢に伴い形成されるセメント内の毛細管空隙が影響していると考えられる。強度増加倍率の平均値で比較する場合、モルタルとセメントペーストでは大きな差はなかった。遷移帯から発生するマイクロクラックによる応力分散の影響は、明らかではなかった。

4.3 凍結下での細骨材の影響

冷却試験での強度増加倍率を図 7 に示す。両者を比較すると、凍結モルタルのみ、ひずみ速度上昇による強度増加が見られた。セメントペーストでは、自由水の凍結による固結効果よりも、自由水凍結時の膨張による組織劣化が、モルタルよりも進行していたことが考えられる。

5. 結論

- 1) モルタル、セメントペーストいずれにおいても、W/C が低いほうがひずみ速度効果の発現度合は高い。また両者ともに材齢に伴い、ひずみ速度効果の発現度も高くなる。
- 2) 凍結したセメントペーストはひずみ速度効果が発現しない
- 3) セメント内および遷移帯内の自由水がひずみ速度効果に影響している可能性がある。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 No. 26630206 の助成を受けて実施した。実験に協力いただいた関係各位に謝意を表す。

参考文献: 藤山知加子, 森野麻由, 溝渕利明: 凍結モルタル供試体の高速一軸圧縮載荷によるひずみ速度依存性発現メカニズムの検討, コンクリート工学年次論文集, 第 37 巻, 第 1 号, pp343-348, 2015.7

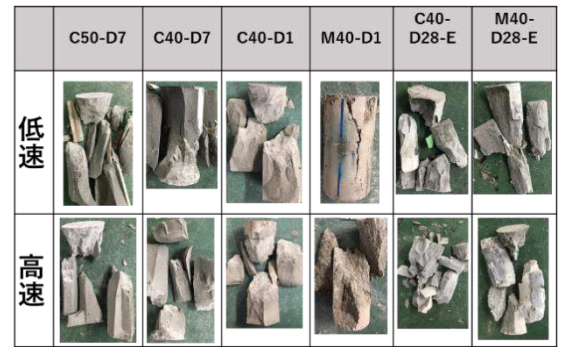


図 4 破壊形態の一例

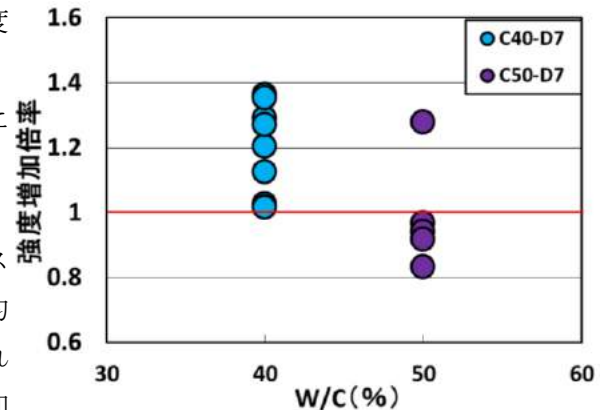


図 5 強度増加倍率

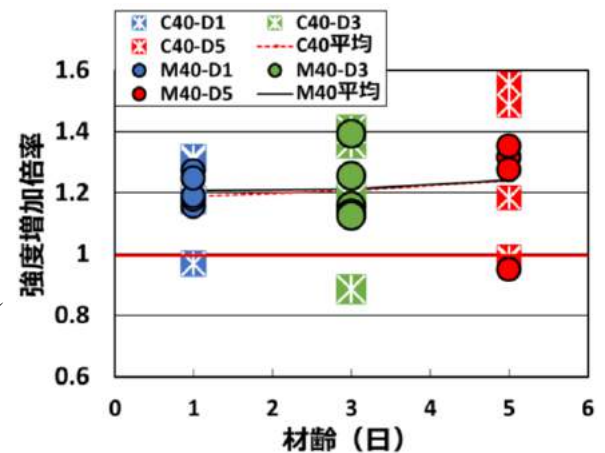


図 6 若材齢での強度増加倍率

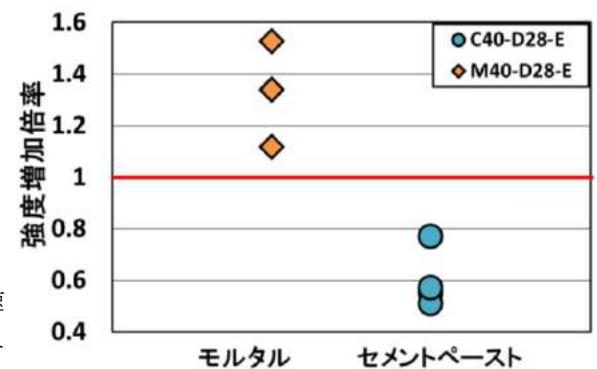


図 7 凍結試験での強度増加倍率