

V-107

石灰石微粉末をセメントペーストおよびモルタルに混入した場合の効果について

鹿島 正会員 萩原 康之 京都大学工学部 正会員 小林 孝一
京都大学工学部 正会員 服部 篤史、宮川 豊章、藤井 學

1.はじめに 近年、高流動コンクリートの研究が盛んに行われているが、石灰石微粉末を使用した場合の硬化後の性状に関しては未知の部分が多い。本研究は石灰石微粉末がセメントの水和、強度発現に与える影響について、セメントペースト、モルタル供試体を用いて検討を行った。

2.実験概要

2.1 コンクリートの配合 使用材料を表1に、配合を表2に示す。配合表中に用いられているIはセメントの一部を石灰石微粉末で置換、Oは石灰石微粉末をセメントに対して外割で添加したという意味で用いた。なお、石灰石微粉末の比表面積の違いが強度発現に与える影響を評価するため、比表面積の異なる2種類の石灰石微粉末を用いた。

2.2 強度試験 4×4×16 cmのセメントペースト、モルタル供試体を所定の材令まで標準水中養生を行った後、曲げ強度試験、圧縮強度試験を行った。

2.3 細孔径分布の測定 強度試験を行った後、4×4×16 cmの供試体を1辺1 cm角程度の立方体に切断したものを試料として、水銀圧入式ポロシメータで測定を行った。

3.実験結果および考察

3.1 強度 ブレーン値7000の石灰石微粉末の外割添加率と強度比の関係を図1に示す。石灰石微粉末を外割添加した配合はブレン配合と比べると、材令3日では強度増加がみられるが、材令28日では強度の差はほぼない。ブレン値7000の石灰石微粉末を使用した場合の内割置換率と強度比の関係を図2に示す。石灰石微粉末を内割置換した配合では、材令3日では置換率15%において強度増加がみられる。さらに、比表面積が大きな石灰石微粉末を用いた配合の方が初期強度が増加する傾向にあった。

表1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 比重：3.15 比表面積：3260(cm ² /g)
石灰石微粉末	3000・比重：2.73 比表面積：3010(cm ² /g) 7000・比重：2.73 比表面積：6770(cm ² /g)
細骨材	川砂 比重：2.59 吸水率：1.49 F.M.：2.88

表2 配合

配合	セメントペースト			モルタル		
	W/P (%)	W/C (%)	C : L _P	W/P (%)	W/C (%)	C : L _P : S
P		41.25	1 : 0	41.25	41.25	1 : 0 : 2
I ₁₅ -7000	41.25	48.53	0.85 : 0.15			
I ₃₀ -3000		58.93	0.7 : 0.3	41.25	58.93	0.7 : 0.3 : 2
I ₃₀ -7000						
O ₁₅ -7000	35.87	41.25	1 : 0.15			
O ₃₀ -3000	31.73		1 : 0.3	31.73	41.25	1 : 0.3 : 2
O ₃₀ -7000						

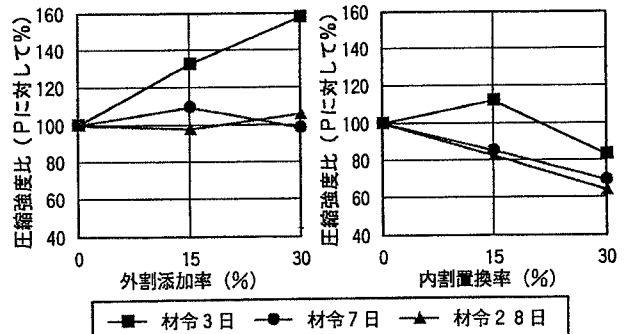


図1 外割添加率—強度比

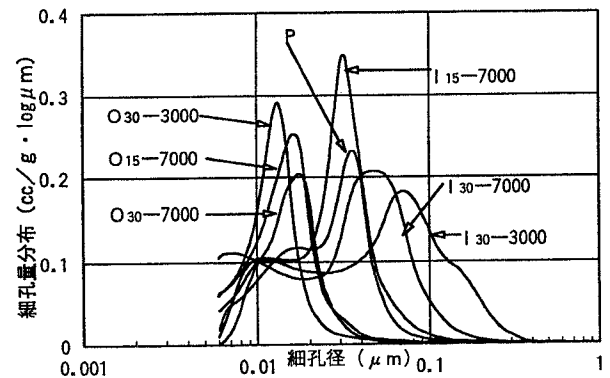
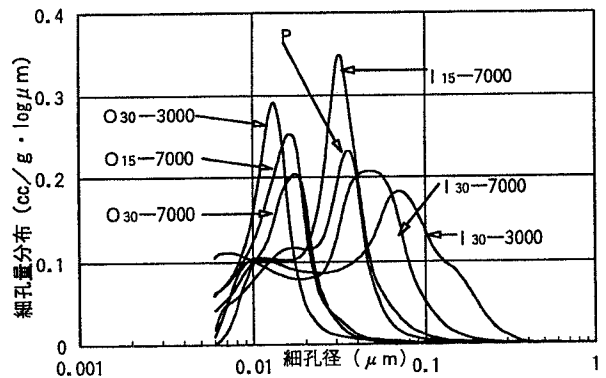


図2 内割置換率—強度比

図3 細孔径分布
(セメントペースト、材令3日)

3.2 細孔径分布 セメントペースト・モルタルともに、どの配合も材令が進むにつれて総細孔量が減少し、細孔の最も多く分布している細孔径が小径側に移動した。また、 $1\mu\text{m}$ 以上の空隙はいずれの配合、材令についても存在しなかった。図2に細孔径分布の測定結果の一例を、図3に材令別の細孔量を示す。材令3日では石灰石微粉末を外割添加した配合は、プレーン配合と比べて添加率が大きくなるほど毛細管空隙量が減少し、細孔量が最も多く分布している細孔径が小径側に移行しているが、材令28日ではどちらもプレーン配合とはほぼ同じである。これは、石灰石微粉末のセメントへの初期水和促進効果および水和物間の充填効果による細孔組織の微細化によるものと考えられる[1]。また、石灰石微粉末を内割置換した配合では、置換率が大きくなるほど毛細管空隙は増大するが、置換率が15%で材令3日のとき、細孔量が最も多く分布している細孔径の大きさはプレーン配合と比べてほぼ同じである。これは、材令初期において石灰石微粉末の初期水和促進効果が十分に発揮されているものと考えられる[2]。さらに、比表面積の大きい石灰石微粉末を用いた配合は比表面積の小さい石灰石微粉末を用いた配合よりも毛細管空隙が減少しているが、比表面積の大きい石灰石微粉末はセメントと接触する部分が多いため、セメントの水和反応をより促進させ、細孔構造を微細化させているためと考えられる。

3.3 強度と細孔量の関係 図4に強度と細孔量の関係を示す。圧縮強度と細孔量はよい相関にあり、特にセメントペーストでは

$6\text{nm}\sim 2\mu\text{m}$ の細孔量と圧縮強度とが相関が高い[3]。モルタルに関しては、一般に $50\text{nm}\sim 2\mu\text{m}$ の細孔量と強度との相関が高いとされているが[3]、今回の実験では圧縮強度40MPa以上ではある程度の相関があった。

4. まとめ セメントペースト、モルタルに石灰石微粉末を混合した場合、初期材令において毛細管空隙を減少させ、細孔量が最も多く分布する細孔径を小さくするため、強度を増加させる傾向があり、比表面積の大きい石灰石微粉末ほどその傾向は強くなることが明らかになった。

参考文献

- [1] 渡辺 佳彦ほか；石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートの細孔構造と塩分浸透性について、土木学会第50回年次学術講演会、pp.1040-1041、1995
- [2] 十河 茂幸ほか；高流動コンクリートの性質に及ぼす石灰石微粉末の混合率の影響、土木学会第50回年次学術講演会、pp.1030-1031、1995
- [3] H.Uchikawa；Advanced in cement Manufacture and Use、Engineering Foundation Conference（Potosi, Missouri）、pp.271-284、1988

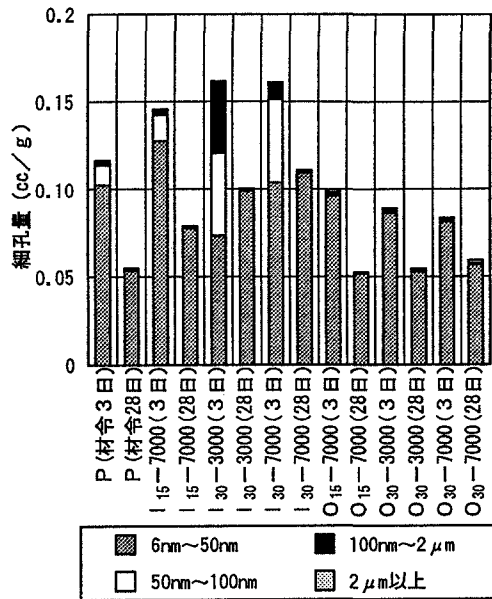


図4 セメントペーストの細孔量

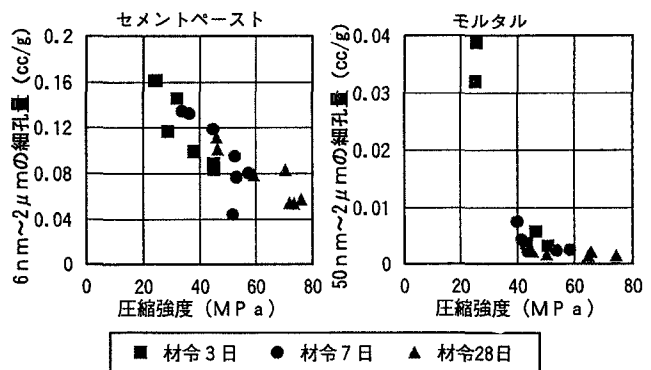


図5 強度－細孔量