

各種セメント系材料の酸素の拡散性状に関する研究(III)

——高炉水砕スラグ微粉末, シリカフュームおよび

ポリマーディスページョンを混入したモルタルの拡散性状——

Study of Oxygen Diffusivity of Cementitious Materials (III)

——Oxygen Diffusivity of Various Mortars Using Blast Furnace Slag, Silica Fume and Polymer Dispersion ——

小林一輔*・出頭圭三*

Kazusuke KOBAYASHI and Keizoh SHUTTOH

1. ま え が き

本文は、ポリマーディスページョンや高炉水砕スラグなどの無機質微粉末を使用した種々のセメントモルタルの酸素の拡散係数を、既報の拡散試験方法¹⁾を用いて測定し、これらが気体の拡散性状に与える影響を比較したものである。同時に試験体の含水率を変えた場合についても測定を行い、含水率の影響についても検討を加えた。

2. モルタルの配合と試験体の作製

2.1 使用材料および配合

セメントと細骨材は全てのモルタルで同一であり、セメントには早強ポルトランドセメント、細骨材には豊浦標準砂を使用した。混和材には高炉水砕スラグ微粉末とシリカフュームを、ポリマーディスページョンにはアクリル系のエマルジョンとスチレンブタジエンゴム系のラテックスを用いた。また一部の配合を除いて流動性改善のため高性能減水剤を添加した。

全モルタルとも砂結合材比は1とした。試験したモルタルの種類と配合は次のとおりである。

①ブレンセメントモルタル

水セメント比は35%と60%の2種類とし、水セメント比35%の配合には、メラミン系の高性能減水剤をセメントに対する重量比で1%添加した。

②高炉水砕スラグ微粉末を混入したモルタル

高炉水砕スラグ微粉末(S)の混入率は内割で30%と60%とし、水結合材比(W/(C+S))は35%と60%の2種とした。高性能減水剤はブレンセメントモルタル同様、水結合材比35%の配合に対して、メラミン系のものを結合材に対する重量比で1%添加した。

③シリカフュームを混入したモルタル

シリカフューム(SF)の混入率は内割で0, 10, 20, 30%とし、水結合材比(W/(C+SF))は35%と40%の2種とした。高性能減水剤(ナフタリン系)を結合材に対する重量比で1.5%~3.5%添加した。

④ポリマーセメントモルタル

ポリマーディスページョンの混入率(セメント重量とディスページョンの全固形分重量(P_s)の和に対するディスページョンの全固形分重量の割合; $P_s/(C+P_s)$)は、7.5%, 15%, 20%とした。また水セメント比は35%とした。高性能減水剤は、アクリル系のポリマーセメントモルタルにはメラミン系を、SBR系のモルタルにはナフタリン系を、セメントに対する重量比で1%添加した。

2.2 試験体の作製

表-1 拡散係数の測定結果(含水率60%)

種類	W/C (%)	混和材またはポリマーディスページョンの混入率 (%)	拡散係数 $D_x(\times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{s})$	含水率 (%)
ブレンセメントモルタル	35	—	0.586	61.1
	60	—	0.830	58.5
高炉水砕スラグを混入したモルタル	35	30	0.337	57.0
	60	30	0.324	60.2
		60	0.271	63.6
シリカフュームを混入したモルタル	35	0	0.557	62.1
		10	0.217	60.7
		20	0.250	64.6
		30	0.669	63.7
	40	0	1.340	60.0
		10	0.679	62.5
		20	0.830	62.2
30	1.169	62.6		
アクリル系のポリマーセメントモルタル	35	7.5	0.108	63.6
		15	0.0460	62.5
		20	0.0432	60.6
SBR系のポリマーセメントモルタル	35	7.5	0.222	59.4
		15	0.0337	61.3
		20	0.0337	59.4

* 東京大学生産技術研究所 第5部

モルタルの練り混ぜはペースト専用ミキサ (光洋機械産業製) を用いて行い、 $10 \times 10 \times 40$ cm の鋼製型枠に打設した。翌日脱型後ポリマーセメントモルタルは材令 7 日まで湿布養生をした後、他のモルタルは脱型後直ちに、それぞれ 20°C の水中で材令 28 日まで養生した。これらの角柱体はコンクリートカッターを用いて約 1 cm 厚に切断した後、 20°C 、50% R. H. の恒温恒湿室内で含水率 (飽水状態を 100% とする) が 80%、60% (および一部配合では 50%) になるまで乾燥して含水状態の試験体とした。また乾燥状態 (含水率 0%) の試験体は、一定重量となるまで 105°C で炉乾燥して調製した。含水率調整完了後は測定面を除いて全面をシリコンゴムでシールし、塩化ビニリデン系のフィルムとポリエチレン製の袋で包んで試験時まで保存した。

拡散係数の測定は、試験装置を恒温室内に設置し、既報¹⁾の方法で測定した。

3. 測定結果

3.1 各種モルタルの拡散係数の比較

含水率が 60% の場合の測定結果を表-1 および図-1(a)~(c) に示した。

高炉水砕スラグ微粉末を混入したモルタルの拡散係数は、水結合材比 35%、60% とともにかなり小さくなった。

シリカフェームを混入したモルタルの拡散係数は、水結合材比 35%、40% と同じ傾向を示し、混入率 10% の配合で拡散係数は最小値となり、さらに混入率を増加すると拡散係数は大きくなった。水結合材比 35% の配合は、高性能減水剤をかなり多量に使用しても流動性が悪く、使用性を考えて水結合材比 40% の配合に対しても試験を行ったが、両配合ともほぼ同じ傾向を示しているの、流動性の影響はそれほどないものと考えられる。ただしとくに混入率 30% の配合は、水結合材比 35%、40% とともにモルタルの粘性が非常に大きく、流動性がほとんどない状態で、型枠内への充填が難しくなり、硬化後切断した試験体に数 mm 径の気泡が認められたが、このことも拡散係数が大きくなった一因であると考えられる。また、流動性を改善するために水結合材比を 40% とした配合では、拡散係数が最も小さくなった混入率 10% のモルタルでもその値は $0.679 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$ であり、水結合材比 35% のシリカフェーム無混入の場合 ($D_N = 0.557 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$) より拡散係数は大きくなった。

ポリマーセメントモルタルでは、ポリマーの混入率が增加するとともに拡散係数は急激に減少し、無混入の配合と比較して 1/10 以下の値を示した。この傾向は、アクリル系のモルタル、SBR 系のモルタルともほぼ同じであり、また混入率 15% 以上ではほぼ一定値を示した。

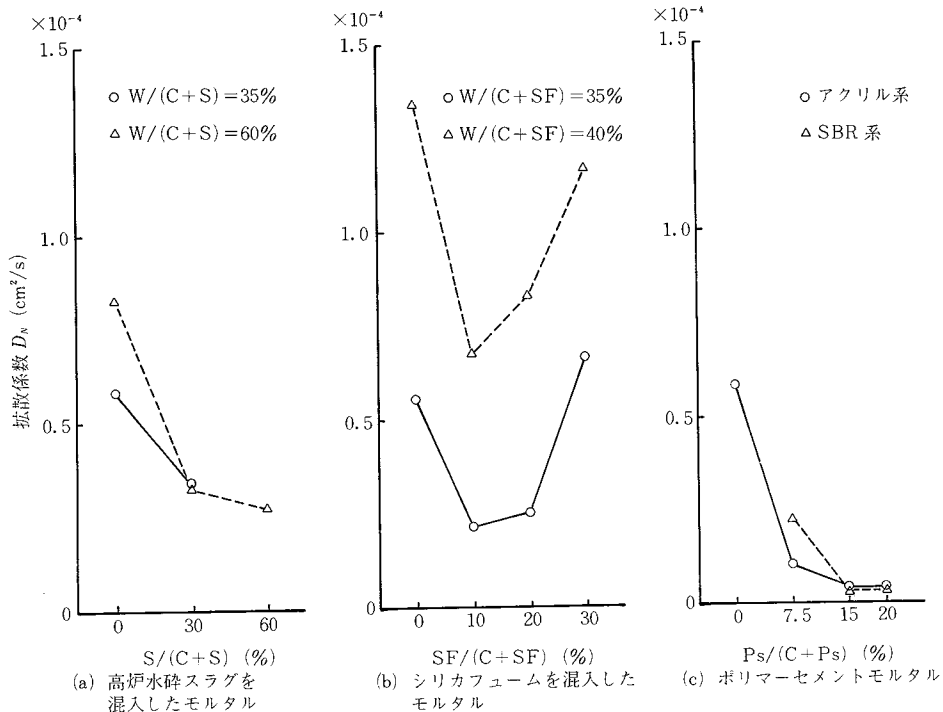


図-1 各種モルタルの拡散係数 (含水率 60%)

研 究 速 報

図-2 はプレーンセメントモルタルの拡散係数を 1 として、各モルタルの拡散係数を比較したものである。高炉水砕スラグ微粉末やシリカフュームの混入は、配合を適切に選択すれば拡散係数を 1/2~1/3 程度まで減少しうることを示している。これまで、シリカフュームの混入は透水性の改善等に対して大きな効果があるといわれているが、気体の拡散性に対してはそれほど大きな効果は期待できず、また配合の選定も難しいようである。

一方、ポリマーディスパーションの混入は、ポリマーの種類にかかわらず拡散係数を大幅に減少している。特にポリマーの混入率が 15%以上の配合では無混入のモルタルの 1/12~1/16 の値であり、ポリマーの混入が拡散係数を減少する効果は顕著であると言える。

3.2 含水率の影響

コンクリートの拡散係数と含水率の関係については、すでに 1 例を報告²⁾し、含水率が拡散係数に与える影響が大きいことを示したが、モルタルの拡散係数にも含水率は大きな影響を与える。図-3 は各種のモルタルについて、その代表的な配合について、含水率と拡散係数の関係を示したものであるが、含水率が 80%と比較的大きな

場合にはモルタル中の孔隙がほぼ水分で閉塞されているため、モルタルの種類に関係なく拡散係数は $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ 以下の非常に小さな値を示しているが、含水率の減少とともに次第に大きくなっていく。

特に含水率の影響を受けているのは、プレーンセメントモルタルと SBR 系のポリマーセメントモルタルであり、乾燥状態でプレーンセメントモルタルは含水率 80%の状態の約 100 倍、SBR 系のポリマーセメントモルタルでは約 200 倍となった。ただし、SBR 系のモルタルの場合には、含水率が約 50%までは $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ 以下の小さな拡散係数を示しており、乾燥状態で急激に大きくなるのは、乾燥状態を得るために実施した 105°C 炉乾燥の影響も考えられるので、今後さらに検討する必要がある。

アクリル系のポリマーセメントモルタルの拡散係数は、含水率 80%、60%の状態では SBR 系のモルタルとほぼ同程度であるが、乾燥状態でも含水率 80%の状態の約 37 倍となるにすぎない。すなわちアクリル系のポリマーセメントモルタルの拡散係数は、含水率の影響を受けにくいことがわかる。

高炉水砕スラグ微粉末やシリカフュームを混入したモ

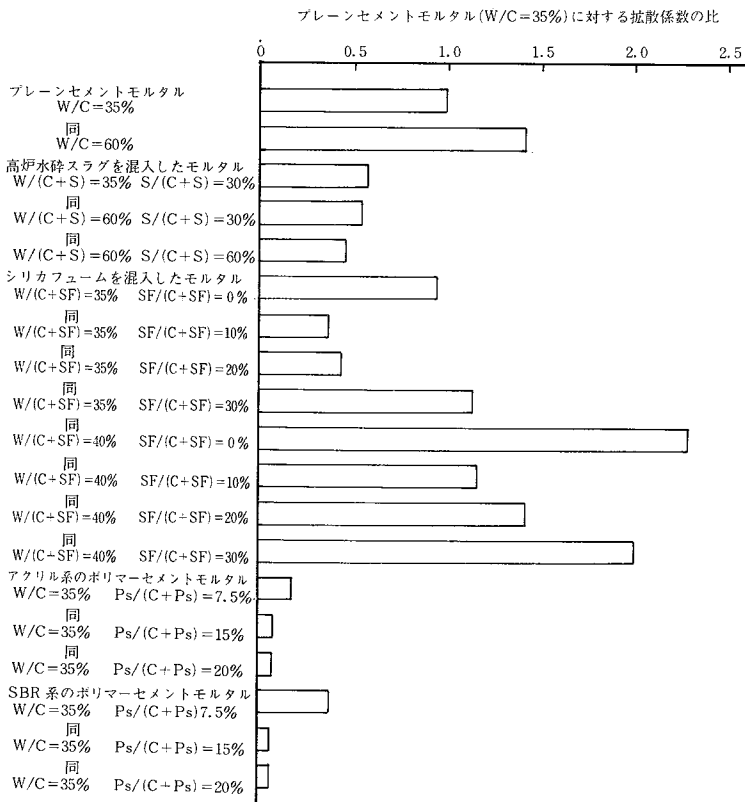


図-2 プレーンセメントモルタル (W/C=35%) に対する各種モルタルの拡散係数

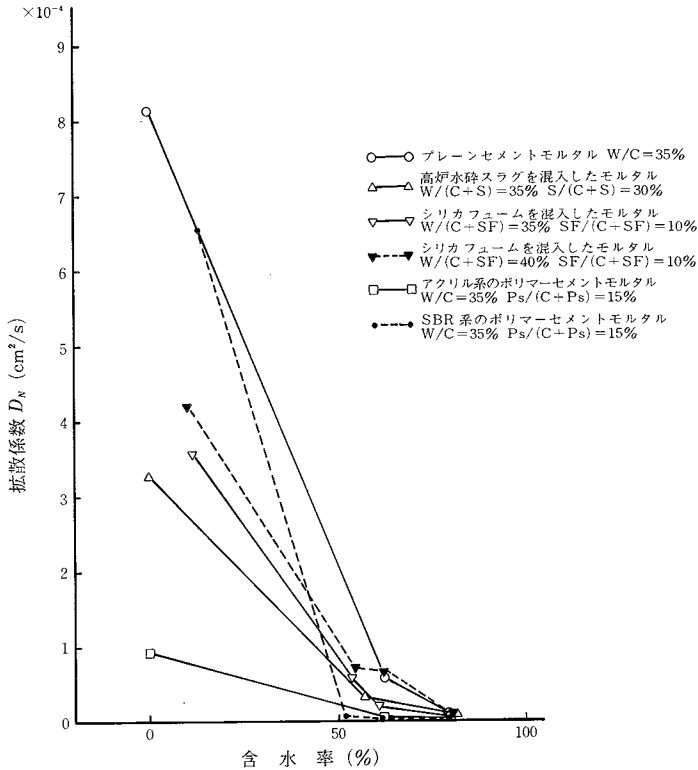


図-3 含水率と拡散係数の関係

ルタルは、プレーンセメントモルタルとアクリル系のポリマーセメントモルタルのほぼ中間的な特性を示した。

4. ま と め

高炉水砕スラグ微粉末やシリカフェウムなどの混和材やポリマーディスページョンを混入した各種のモルタルの酸素の拡散係数を測定した。その結果、上記の混和材は、配合を適切に選択すれば拡散係数を 1/2~1/3 程度には小さくすることが可能であり、またポリマーディスページョンの混入は拡散係数を 1/12~1/16 程度に小さく

することができることが明らかとなった。

また試験体の含水率は拡散係数に非常に大きな影響を与えるが、アクリル系のエマルジョンを用いたポリマーセメントモルタルは比較的その影響を受けないことも明らかとなった。
(1986年1月23日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林一輔, 魚本健人, 出頭圭三: 生産研究, Vol. 37, No. 10, 1985年10月. pp. 31~34
- 2) 小林一輔, 出頭圭三: 生産研究, Vol. 38, No. 2, 1986年2月, pp. 20~23