

# 高炉スラグを使用したモルタルの自己・乾燥収縮ひずみと内部相対湿度の関係

北海道大学大学院 正会員 出雲 健司

## 1. はじめに

近年、環境保全が社会的なテーマになっている。そのような状況下で、産業副産物である高炉スラグをセメントの代替品として使用するのには社会のニーズにマッチしている。高炉スラグを使用したコンクリートの収縮に関する研究<sup>1)</sup>は行われているものの、内部の相対湿度の測定データが少ないなど基本的なデータがまだまだ不足している。そこで、本研究は高炉スラグを使用したモルタルの自己・乾燥収縮ひずみと内部相対湿度を測定し、その関係を検討した。

表1 モルタルの配合（M25シリーズ）

記号	単位重量(kg/m <sup>3</sup> )				sp(%)
	W	C	BS	S	
M25	265	1060	0	1022	2.00
M25-BS-10		954	98		0.93
M25-BS-30		742	294		0.65
M25-BS-60		424	588		0.58

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント(密度：3.16 g/cm<sup>3</sup>)、高炉スラグ(密度:2.91g/cm<sup>3</sup>、ブレン値:6200 cm<sup>2</sup>/g)、細骨材には鶴川産川砂(密度：2.70g/cm<sup>3</sup>)を使用している。目標のモルタルのフロー値200±20mmを得るためにポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を適量使用している。なお、各材料は20℃で保管した。本研究で使用したモルタルの配合を表1と表2に示す。本研究では基本配合を水セメント比25%と45%の二つに設定し、10、30、60%の容積置換率により、高炉スラグで置換している。

表2 モルタルの配合（M45シリーズ）

記号	単位重量(kg/m <sup>3</sup> )				sp(%)
	W	C	BS	S	
M45	265	589	0	1426	0.40
M45-BS-10		530	54		0.40
M45-BS-30		412	163		0.40
M45-BS-60		236	327		0.30

### 2.2 供試体並びに測定方法

自己収縮測定用に50×100mmの供試体を使用している。供試体は打設直後に封緘し、10℃と20℃に一定に保たれているそれぞれの恒温恒湿槽に設置し、材齢182日まで測定した。図1に自己収縮測定用供試体の概略図を示す。測定方法は堀田らの研究<sup>2)</sup>に準拠して、埋め込み式のひずみゲージを用いて測定している。内部相対湿度の測定は図1と同様にひずみゲージの代わりに湿度センサーを埋め込み、既報の研究<sup>3)</sup>に準拠して行った。また、乾燥収縮測定用供試体の概略図を図2に示す。この図に示した40×40×160mmの角柱供試体を10℃および20℃に設定した恒温恒湿槽で、1週間封緘養生した後、脱型して相対湿度57±5%の雰囲気中に設置した。乾燥収縮ひずみの測定法は「JIS A 1129」に準拠して、コンタクトゲージを使用しており、それと同時に供試体の質量減少率も測定している。なお、測定材齢は材齢182日までとした。

## 3. 実験結果と考察

図3に同一配合における自己・乾燥収縮による内部の相対湿度とひずみの比較を示す。これらの図はいずれも代表例であり、実験の結果、雰囲気温度や水セメント比、高炉スラグの置換率に関わらず、内部相対湿度の低下が同じ区間では、生じるひずみは乾燥収縮ひずみの方が自己収縮ひずみより大きい。この結果は自己収縮と乾燥収縮のメカニズムは全く異なることを示唆している。既報の研究<sup>4)</sup>で提案しているように、エネルギー

キーワード：自己収縮、乾燥収縮、内部相対湿度、モルタル、高炉スラグ

連絡先：札幌市北区北13条西8丁目 TEL:011-706-7276 FAX:011-706-7275

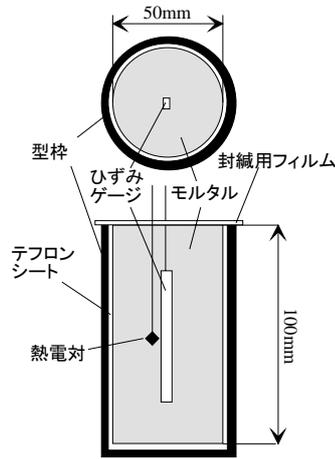


図1 自己収縮測定用供試体

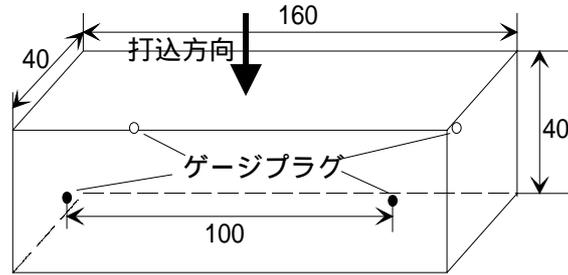
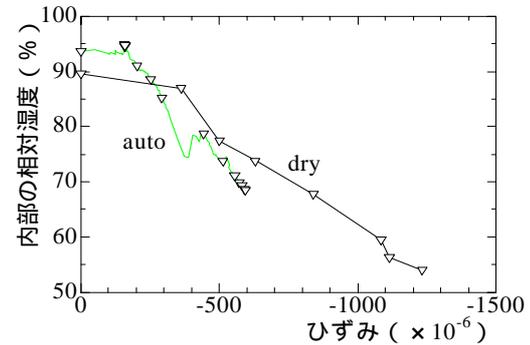
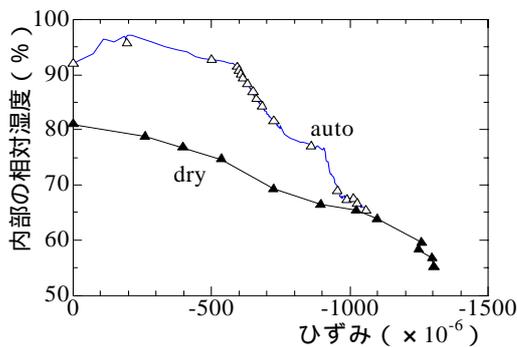


図2 乾燥収縮測定用供試体の概略図



(a) 雰囲気温度10、水セメント比25%、置換率10% (b) 雰囲気温度20、水セメント比45%、置換率60%

図3 自己・乾燥収縮による内部の相対湿度とひずみの比較

保存則で自己収縮と乾燥収縮のメカニズムを考えた場合、自己収縮は準静的な閉鎖的な系、乾燥収縮は開放形と考えられる。それぞれの系での水の挙動を考えた場合、自己収縮は水はセメントと反応して水和生成物を形成して供試体内部に残るのに対して、乾燥収縮は水が外部に逸散する。つまり、自己収縮と乾燥収縮による水の挙動の違いがエネルギーの違いとして現れたと考えられるので、今後、そのような考えのメカニズム理論を構築しなくてはならないと考えられる。

#### 4. まとめ

雰囲気温度、水セメント比、高炉スラグの置換率に関わらず、同一配合で比較した場合、内部相対湿度の低下が同じ区間では、生じるひずみは乾燥収縮ひずみの方が自己収縮ひずみより大きい。

謝辞：本研究の一部は(財)鉄鋼業環境保全技術開発基金(若手研究助成)の助成を受けて行ったものである。

#### 参考文献

- [1]土木学会：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの施工指針、コンクリートライブラリー第86号、1996
- [2]堀田智明、名和豊春：セメント系材料の自己収縮に関する研究、日本建築学会構造系論文集、第542号、pp. 9-15、2001
- [3]名和豊春、出雲健司、矢野めぐみ、湯浅昇：モルタル硬化体中の湿度変化と自己収縮の関係、セメント・コンクリート論文集No.55、pp. 218-225、2001
- [4]出雲健司、名和豊春：二つの異なる温度環境下でのフライアッシュを使用したモルタルの収縮ひずみ挙動、土木学会論文集No.739/V-60、pp. 221-236、2003