

## V-253 スラグ高含有セメントの耐酸試験

九州共立大学工学部 正 員 松下博通  
新日鐵化学(株) 正 員 前田悦孝

## 1、まえがき

高炉セメントは、低発熱形であると同時に、コンクリートの耐久性向上に有効といわれているが、この特性は、スラグの置換率によって変化すると考えられる。しかし、『JIS R 5211高炉セメント』の規定では、スラグ微粉末の置換率は最大で70%と規定されており、このため、70%を越えるような高置換率でのセメントの諸性質についてはほとんど明らかにされていない。スラグ微粉末を高置換しても、スラグ微粉末の粉末度を高くすることや石膏添加率を高めることにより、セメントの強度低下を低減できることもある。このため、スラグ置換率が70%以上の高含有スラグセメントについて、スラグ微粉末の置換率、粉末度および石膏添加率が、耐硫酸性に及ぼす影響について検討するため、モルタル供試体による硫酸浸漬試験を実施した。ここにその結果の概要を報告する。

## 2、試験概要

試験材料は、N社製普通ポルトランドセメント(C、比重3.15、比表面積3220cm<sup>2</sup>/g)、S社製のスラグ微粉末(S、比重2.90~2.91、比表面積4000cm<sup>2</sup>/g, 5960cm<sup>2</sup>/g, 8040cm<sup>2</sup>/gの3種)、二水石膏(G、比重2.35)である。モルタルの配合は、『JIS R 5201 セメントの強さ試験』に準じて、水・結合材比W/(C+S+G)を65%と一定にし、結合材は、スラグ置換率を70%と90%の2種、石膏添加率G/(C+S+G)を3、5、7、10%の4種との組み合わせとした。モルタルの配合は、S 6-70-5(比表面積が5960cm<sup>2</sup>/gの高炉スラグ微粉末を置換率70%で使用し、石膏添加率を5%とする)のように表示する。

供試体は4×4×16cmの角柱供試体とし、『JIS R 5201』に準じて作製した。作製した供試体は、材令27日まで20℃の水中養生を施し、材令27日に水からあげ、供試体表面に長さ変化測定のためのガラス板を貼付し、1日間 20℃、60%R.H.の室内に保管した。材令28日に重量、長さの基準値を測定した後、5%濃度の硫酸溶液(浸漬30日で溶液を全量交換した)および水に浸漬し、供試体の劣化状況を測定した。なお、浸漬供試体の劣化は表面部から発生するが、この劣化部分は除去しないままで浸漬した(静水浸漬)。劣化状況の測定は、『JIS A 1129モルタルおよびコンクリートの長さ変化試験方法』による長さ変化、重量変化および外観観察であるが、ここでは長さ変化と外観観察について述べる。

## 3、試験結果

硫酸浸漬供試体は、すべて浸漬期間中に、その稜角部に膨張に起因するひびわれが発生した。ひびわれの発生までの浸漬日数を表-1に示す。また、別に劣化部をタワシで除去して浸漬する(動水浸漬)試験で得られたひびわれ発生日数も表中に示した。これらの結果より、スラグの置換率が高いほど、石膏の添加率が高いほど、ひびわれが発生しにくいことが示されているが、スラグの粉末度を高くすることの耐硫酸性に対しては有効性は

表-1 ひびわれ発生日数、劣化深さ、表乾比重比の測定結果

| 配合名      | ひびわれ発生日数 |               | 劣化深さ<br>(mm)<br>(本試験) | 表乾比重<br>比 |
|----------|----------|---------------|-----------------------|-----------|
|          | 動水浸漬     | 静水浸漬<br>(本試験) |                       |           |
| S4-70-3  | 5日       | 14日           | 8.6                   | 1.00      |
| S4-70-5  | 5        | 21            | 9.1                   | 1.00      |
| S4-70-7  | 6        | 21            | 8.9                   | 1.00      |
| S4-70-10 | 8        | 30            | 9.3                   | 1.00      |
| S4-90-3  | 18       | 30            | 7.4                   | 0.90      |
| S4-90-5  | 30       | 33            | 5.3                   | 0.98      |
| S4-90-7  | 34       | 31            | 7.4                   | 1.01      |
| S4-90-10 | 73       | 33            | 0.4 *                 | 1.00      |
| S6-70-3  | 7        | 7             | 9.1                   | 1.00      |
| S6-70-5  | 7        | 21            | 9.8                   | 1.00      |
| S6-70-7  | 13       | 21            | 10.4                  | 1.00      |
| S6-70-10 | 21       | 21            | 10.6                  | 1.00      |
| S6-90-3  | 13       | 21            | 9.1                   | 1.00      |
| S6-90-5  | 9        | 31            | 8.2                   | 1.00      |
| S6-90-7  | 17       | 33            | -1.8 *                | 0.97      |
| S6-90-10 | 19       | 33            | -0.5 *                | 0.99      |
| S8-70-3  | 7        | 21            | 9.1                   | 1.00      |
| S8-70-5  | 9        | 21            | 9.5                   | 1.00      |
| S8-70-7  | 11       | 30            | 9.6                   | 1.00      |
| S8-70-10 | 11       | 21            | 9.4                   | 1.00      |
| S8-90-3  | 13       | 21            | 9.4                   | 1.00      |
| S8-90-5  | 21       | 33            | 9.0                   | 1.01      |
| S8-90-7  | 19       | 37            | 3.6 *                 | 1.00      |
| S8-90-10 | 22       | 37            | 4.2 *                 | 1.00      |

\*: 稜部に亀裂は入っているが、はがれない

※: 稜部に亀裂は入っているが、はがれにくい

認められない。一方、水浸漬供試体については、膨張ひずみは確認されたが、すべて、ひびわれの発生は認められなかった。

次に、硫酸に152日間浸漬した供試体の劣化状況を観察した結果、S4-90-10、S6-90-7、S6-90-10の配合以外の供試体は、全表面にわたり、表面から4~10mm厚さで板層状に剥離した。しかし、剥離部を取り除いた内部のモルタルは、ほぼ健全な状態と認められた。このため、表面の劣化部分を剥片状で除去した、健全部と考えられる部分の水中重量と空中重量から、平均劣化深さと表乾比重を求めてみた。この結果を表-1中に示す。この劣化深さの測定結果より、スラグの粉末度が大きい場合には、劣化深さが小さくなっており、この点では、スラグの粉末度を高めることによる耐酸性の効果が認められるが、いずれも石膏添加率の高い領域である。すなわち、耐硫酸性のため、スラグの粉末度を高める効果は、適切に石膏添加率も高めることにより得られるものと考ええる。また、硫酸浸漬劣化供試体内部の比重を水浸漬供試体の比重に対する比で示した結果、多くが1.00を示しており、内部のモルタルに膨張による緩みは認められない。

供試体は長さ変化の測定結果を図-1に示す。水浸漬の場合、材令初期に膨張し、浸漬材令14~21日（水中養生期間を含めて42~49日間）でほぼ一定値に達している。水中養生期間の長さ変化の測定を行っていないため、明確ではないが、その膨張量は、石膏添加率が小さいほど、スラグの置換率が高いほど、スラグの粉末度が高いほど、小さくなる傾向が認められる。これに対して、硫酸浸漬供試体の場合、長さ変化率は、スラグ置換率が高いほど、スラグの粉末度が高いほど、膨張ひずみが小さくなる傾向にあり、水浸漬と同様の結果であるが、石膏添加率の影響については、添加率が高いほど、膨張ひずみ量が小さくなる傾向にある。しかし、硫酸浸漬供試体のひびわれが発生時点の膨張ひずみ量が、水浸漬供試体のひずみ量より小さいことなど、ひずみ量とひびわれ発生に相関性がない。これは、

この種のスラグ高含有セメントでは、モルタルあるいはコンクリートの強度発現機構や伸び能力が異なってくるためであろう。また、膨張ひずみ量の大きさは、水中養生期間中の潜在的な膨張ひずみを加味して論じる必要がある。

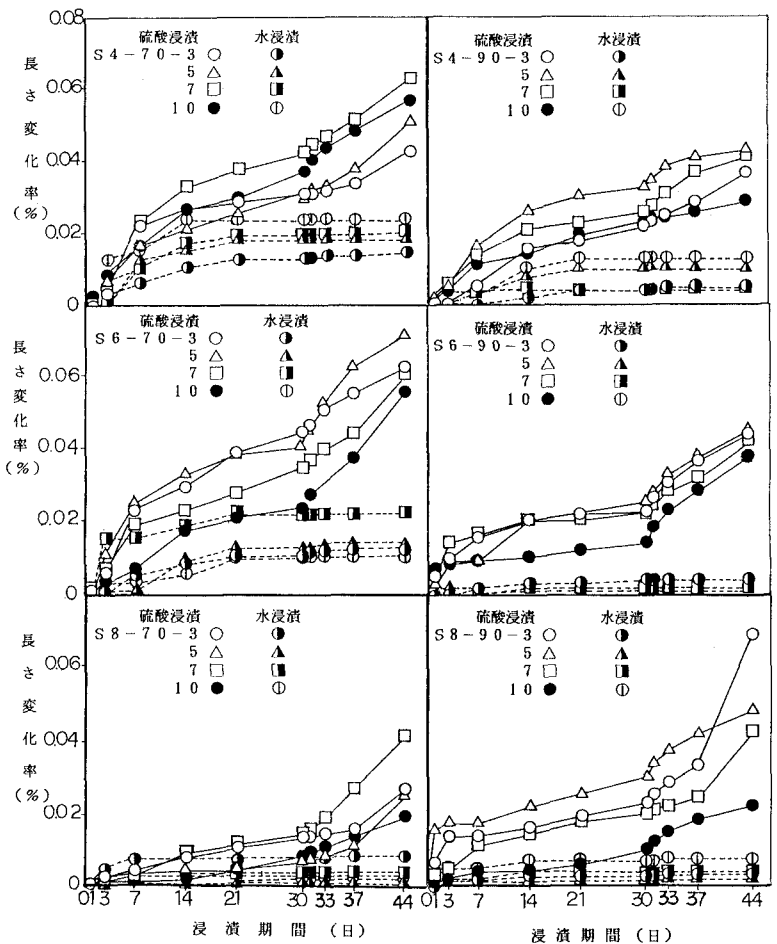


図-1 浸漬供試体の長さ変化率の測定結果