

溶融スラグ細骨材の左官用モルタルへの適用に関する基礎的研究

Fundamental Research on the Application of Mortar for Plastering to the Molten Slag Fine Aggregate

○串田真基¹, 中田善久², 斉藤丈士³, 大塚秀三⁴

Masaki Kushida¹, Yoshihisa Nakata², Takeshi Saito³, Shuzo Otsuka⁴

Abstract: This Study is Intended to be Continued in the Age of 1 Year Previously Described, to Reveal the Strength Properties of the Mortar with Molten Slag Fine Aggregate in the Age 7 Years. In Addition, We Investigated the Effect on the Strength Properties of Mortar for Plastering Using Molten Slag Fine Aggregate is a Difference in the Substitution Rate of the Molten Slag Fine Aggregate.

1. はじめに

2006年にコンクリート用骨材および道路用骨材としてJIS化された一般廃棄物の溶融固化物(以下, 溶融スラグ細骨材と称する)は, 現状では未だ完全に消費されていないため, さらに用途開発を進める必要がある. 一方で, 左官材料に使用されている珪砂は天然資源の枯渇が深刻であり, 代替材料の開発が望まれている. また, 珪砂は限られた地域で生産されているため, 消費する地域によっては使用者が運搬コストの負担を余儀なくされる問題がある.

本研究は, 溶融スラグ細骨材が成分としてSiO₂を多く含みかつ吸水率が小さい特徴を有するため, 珪砂の代替材料となる可能性があることから, 溶融スラグ細骨材の左官用珪砂への代替を目的として, 溶融スラグ細骨材を用いた左官用モルタルへの適用性を検討したものである. ここでは, 溶融スラグ細骨材の珪砂への置換率を変化させた左官用モルタルについて, 供試体を寒冷地に7年間屋外暴露させたときの性状について検討した結果を報告する.

2. 実験概要

2.1 屋外暴露実験場の概要

屋外暴露実験場は, 北海道古宇郡泊村の海岸にあり, 西側約50mには海岸線がある. 屋外暴露実験場がある泊村は東京と比べて冬期における平均気温が低く降水量が多いため積雪の影響を受ける地域であり, 左官用モルタルの耐久性の観点からは厳しい条件にあるものといえる.

本実験は, この屋外暴露実験場に日射の影響を均等に受けるような台を設け, 左官用モルタル供試体を設置した.

2.2 使用材料

本研究で使用した細骨材の品質をTable 1に示す. 細骨材は, 細骨材は, 珪砂(4, 5および6号珪砂の等量混合品)と溶融スラグ細骨材それぞれの混合割合を変化させて用いた. なお, 珪砂4, 5および6号は等しく計量し混合した. また, モルタルの軟度は, 仕事歴15年程度の左官職人の感覚により, 標準的な軟度に調整した. なお, いずれの

供試体も作製を行った後, 寒冷地屋外暴露実験場に設置した. 左官用モルタルの調合条件をTable 2に示す.

2.3 供試体の概要

供試体は, 300×300×80(mm)の平板供試体およびφ50×100(mm)の円柱供試体であり, 実験室内で作製後に屋外暴露実験場に運搬し設置した.

2.4 試験方法

試験項目および方法をTable 3に示す. 試験は, 屋外暴露期間が1および7年の時点でそれぞれ供試体を回収して行った. 接着強さの測定は, 300×300×80(mm)供試体の表面に厚さ20mmの左官用モルタルを塗り付け, 接着試験機により測定を行った. また, 塩化物イオン量の測定は, 接着強さ試験により得られた小試験片(40×40×

Table 1. Quality of the Fine Aggregate

Type of Fine Aggregate	Fineness Modulus (F.M.)	Bone-Dry Density (g/cm ³)	Water Absorption (%)	Unit Volume Mass (kg/l)	The Actual Rate (%)
Molten Slag Fine Aggregate	2.09	2.62	0.72	1.61	61.5
Silica Sand No. 4	3.04	2.57	1.21	1.40	54.5
Silica Sand No. 5	2.50	2.58	0.86	1.52	58.9
Silica Sand No. 6	1.52	2.58	0.62	1.56	60.5

Table 2. Preparation Conditions of Mortar

Slag Replacement Ratio (%)	5 Times Polymer Dilution Addition Rate (%)	Cement aggregate Ratio (C:S)	Weighting (g)							
			S			Ad				
			Silica Sand		Molten Slag	Polymer	Methyl-cellulose (C×0.05%)			
0	14.5	1:2.5	※	480				400	400	400
15	14.5				340	340	340	144	69.6	
30	14.5				280	280	280	288	69.6	
50	14.8				200	200	200	480	71.0	
100	15.0				0	0	0	960	72.0	

※ Change so as to Satisfy the Conditions Formulated

Table 3. Testing Requirement and Testing Method

Test Items	Test Method	Specimen Dimensions (mm)	Remarks
Bond Strength	Building Research Institute Expressions	300×300×80	-
Chloride Ion Content	JIS A 1154		Ion Chromatography
Compressive Strength	JIS A 1171	φ50×100	-
Static Modulus of Elasticity	JIS A 1149		

1:日大理工・院(前)・建築 2:日大理工・教員・建築 3:日大生物資源・教員 4:ものづくり大・教員

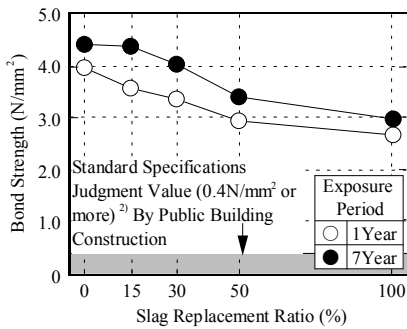


Figure 1. Relationship of Bond Strength with Slag Replacement Ratio

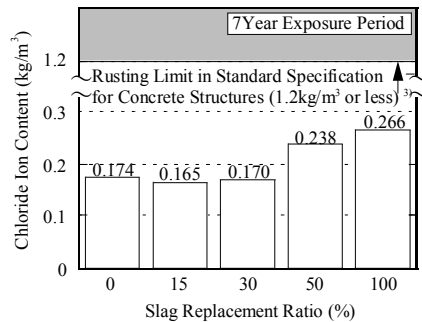


Figure 2. Relationship of Chloride Ions and Amount of Slag Replacement Ratio

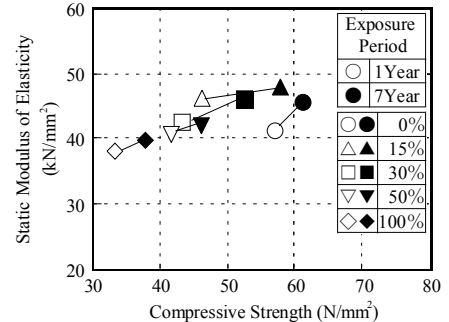


Figure 3. Relationship of Static Elastic Modulus and Compressive Strength

20mm)を粉碎し、イオンクロマトグラフ法により行った。

3. 結果および考察

3.1 接着強さ

置換率と接着強さの関係を Figure 1 に示す。暴露期間7年における接着強さは、1年に対しておよそ10～20%増加した。また、スラグ置換率が15%の接着強さは、0%と遜色なく暴露期間1年からの増進が最も大きくなった。これは、材齢の経過によって、スラグの潜在水硬性が発揮されたためと考えられる。

暴露期間が1年の接着強さは、置換率が大きくなると小さくなる傾向を示した。これは、セメントペーストと溶融スラグ細骨材の付着強度が小さいためと考えられる。同様に、暴露期間が7年の接着強さも置換率が大きくなると小さくなる傾向を示し、スラグ置換率が50%のとき急激に接着強さが小さくなる傾向を示した。なお、いずれの場合においても必要接着強さ(0.4N/mm²)²⁾を大きく上回っており、左官用モルタルとしての接着力に問題は無い。

3.2 塩化物イオン量

置換率と塩化物イオン量の関係を Figure 2 に示す。暴露期間7年における塩化物イオン量は、置換率が50%および100%のとき多くなった。これは、スラグの密度が大きいことでブリーディングが助長され、モルタル供試体内部に水みちを形成したことで浸透性が高まったと考えられる。また、置換率の増加に伴い骨材の吸水率は小さくなるものの、30%以内で置換することで塩化物イオンの浸透を抑制することができると考えられる。これは接着強さと同様であり、置換率を小さくして混合することが左官用モルタルにおいて有効であることがわかる。また、暴露期間7年における塩化物イオン量は、鉄筋発錆限界値(1.2kg/m³)³⁾以下であり鉄筋コンクリート造の仕上げ材として十分な性能を有していることが明らかとなった。

3.3 圧縮強度および静弾性係数

圧縮強度と静弾性係数の関係を Figure 3 に示す。圧縮強度および静弾性係数は、暴露期間の経過に伴い、置換率が小さくなるほど大きくなる傾向を示した。また、

置換率が15%のとき、材齢による圧縮強度の増進が最も顕著であり、この傾向は接着強さと同様であった。これは、スラグの潜在水硬性によって、水和反応が長期的に行われたことが影響していると考えられる。

圧縮強度に対する静弾性係数は、材齢の経過に伴い大きくなり、コンクリートにおける静弾性係数⁴⁾と同等の傾向を示した。また、溶融スラグ細骨材を混入させた場合は置換率にかかわらず概ね同様の傾向にあったが、珪砂のみを用いた場合は溶融スラグ細骨材を用いた場合より若干小さくなった。このため、圧縮強度が同一のとき、同等の応力が作用した場合の変形量は、溶融スラグ細骨材を用いたほうが珪砂のみ用いたよりも小さくなると思われる。

4. まとめ

溶融スラグ細骨材を使用した左官用モルタル供試体を7年間屋外暴露した供試体について、置換率が強度および耐久性に及ぼす影響について検討を行った。この結果、得られた知見を以下に示す。

- (1)接着強さは、暴露期間に伴い増加し、置換率が50%より大きいとき顕著に小さくなったが、暴露期間1年と同様に判定値の基準²⁾を満足した。
- (2)暴露期間7年における塩化物イオン量は、いずれの置換率においても鉄筋発錆限界値³⁾以下であり、鉄筋コンクリート造の仕上げ材として十分な性能を有している。
- (3)圧縮強度および静弾性係数は、暴露期間に伴い増進し、置換率が15%のとき最も顕著であった。

5. 参考文献

- [1]国土交通省:特定調達品目調達ガイドライン(案),2009
- [2]公共建築協会:公共建築工事標準仕様書 建築工事編 2007
- [3]建設省総合技術開発プロジェクト:コンクリートの耐久性向上技術の開発 報告書,1989.5
- [4]中田善久:各種セメントを用いた高強度コンクリートの強度発現性が静弾性係数に及ぼす影響に関する一考察,日本建築学会構造系論文集 pp.17-23,2007年