

日本大学 正会員 堀 毅  
 “ “ 竹内十三男  
 “ “ 柳内 睦人

### I. まえがき

最近、我国においては資源問題がいよいよ重大化しつつあり、土木建築界でもセメントの材料としての良質な粘土、石灰石、骨材資源等の問題で将来の不足を考へる時、決して樂觀できない状態にある。その変わりの資源となるもので現在我国において未利用資源で利用できる可能性のあるものとして多量に排棄されている高炉スラグを上げることが出来る。そこで、高炉スラグの有効利用について研究し、これが有効に活用できればコンクリート界にとっても有力な未利用資源の開発につながるし、又鉄鋼界にとっても溶鉱炉より排出される高炉スラグを堆積しておく場所がなくなるという土地問題が解決でき、まわめて有意義であると思われる。著者等はこれらの問題を考へて、新しい利用方法について、特に細骨材の一部としての利用について検討を行なったものである。

### II 使用材料

セメントはN社の普通ポルトランドセメント（比重 3.15）を使用し、細骨材は山口県豊浦産の標準砂（比重 2.63）と一般天然川砂（鬼怒川産、比重 2.56、粗粒率 2.85）の2種類を使用した。高炉スラグは標準砂および川砂と同一の粒度にボールミルにて粉砕した急冷スラグを使用した。ボールミルにて粉砕に要した時間は、10kg 当り 30分程度であった。高炉スラグの化学的性質を表-1に示す。

表-1 高炉スラグの化学成分表

|       | 強熱減量<br>loss | シリカ<br>SiO <sub>2</sub> | アルミナ<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 酸化第一鉄<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 酸化カルシウム<br>CaO | マグネシウム<br>MgO | 酸化珪素<br>SiO <sub>2</sub> | 酸化ナトリウム<br>Na <sub>2</sub> O | 酸化カリウム<br>K <sub>2</sub> O | 酸化マンガン<br>MnO | 合計<br>Total |
|-------|--------------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|---------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------|-------------|
| 急冷スラグ | 0.1          | 33.4                    | 17.7                                   | 1.4                                     | 38.1           | 6.1           | 1.0                      | 0.75                         | 0.60                       | 0.7           | 99.9        |

高炉スラグの細骨材の一部としての利用方法は単位細骨材量の 20%、40%、60%、の割合で標準砂および天然川砂と置換して使用した。また細骨材の粒度、特に 0.3 ~ 0.15 mm 粒度の多少によりワーカビリティーに大きな影響をおよぼすために高炉スラグを標準砂および天然川砂の一部として置換する場合には、粒度および粗粒率が変化しないように同一の粒度のものを置換してモルタルおよびコンクリートを作成した。また高炉スラグの粒子形状もワーカビリティーに影響をおよぼすと考えられる。写真-1は高炉スラグの 1/300 の写真である。

### III 実験方法

モルタルの配合は表-2.3に示す通りであり、水セメント比を 45%、55%、65%、の3種類として、標準砂および天然川砂の一部を高炉スラグで置換した時の置換率を



写真-1 高炉スラグの顕微鏡写真

変化させた。高炉スラグの置換率は単位細骨材の20%、40%、60%、の割合で行ない、攪り混ぜ方法は恒温恒湿室内でJIS規格に準じて標準砂および天然川砂の中に高炉スラグをあらかじめ混ぜておき、その後一般的なモルタルの攪り混ぜ方法と同じように行なった。フロー値の範囲は基準となるモルタルに合わせるため180±5mmの範囲で配合を決めた。高炉スラグを細骨材の一部として置換した時のモルタルの配合を決定するには基準となる高炉スラグを用いないモルタルと等しいフロー値とすることと、出来上り容積が基準となるモルタルと等しくなるようにした。高炉スラグを混入することによりフロー値がどの程度小さくなるかを調べるために、基準となるモルタルと高炉スラグを置換したモルタルとを対比して実験を行なった。高炉スラグの置換方法は標準砂および天然川砂のふり分け試験結果を利用し、各ふるい目(5mm~0.15mm)の重量を高炉スラグにて20%、40%、60%置換し、粗粒率は常に一定とした。モルタルの養生方法は標準養生(水湿20±2%)と霧室養生(湿度40%、湿度90%)の2種類で行なった。モルタル試験は曲げ強度試験、圧縮強度試験、ブリージング水試験、セメント水飽和測定試験等を行ないコンクリートの試験もこれに準じて行なった。コンクリートの配合は水セメント比45%、55%、65%の3種類とし、スランプ8±2cmにし、高炉スラグ置換率はモルタルと同様に行なった。

表-2 モルタルの配合

| 種類  | W/C (%) | 置換率 (%) | C: (S+SL) | モルタル1バッチ(10L)当りの配合(g) |      |       |      | 70-値 (mm) |
|-----|---------|---------|-----------|-----------------------|------|-------|------|-----------|
|     |         |         |           | C                     | W    | S     | SL   |           |
| 標準砂 | 45      | NET     | 1:1.47    | 5.67                  | 3.00 | 9.80  | —    | 181       |
|     |         | 20      | 1:1.27    | 6.67                  | 3.00 | 6.78  | 1.69 | 177       |
|     |         | 40      | 1:1.15    | 6.67                  | 3.00 | 4.60  | 3.07 | 177       |
|     |         | 60      | 1:1.00    | 6.67                  | 3.00 | 2.67  | 4.00 | 183       |
| 標準砂 | 55      | NET     | 1:1.23    | 5.45                  | 3.00 | 9.97  | —    | 185       |
|     |         | 20      | 1:1.05    | 5.45                  | 3.00 | 7.19  | 1.80 | 180       |
|     |         | 40      | 1:1.40    | 5.45                  | 3.00 | 4.58  | 3.05 | 185       |
|     |         | 60      | 1:1.25    | 5.45                  | 3.00 | 2.72  | 4.09 | 185       |
| 標準砂 | 65      | NET     | 1:2.21    | 4.62                  | 3.00 | 10.21 | —    | 179       |
|     |         | 20      | 1:1.92    | 4.62                  | 3.00 | 7.10  | 1.77 | 179       |
|     |         | 40      | 1:1.70    | 4.62                  | 3.00 | 4.71  | 3.14 | 178       |
|     |         | 60      | 1:1.50    | 4.62                  | 3.00 | 2.77  | 4.18 | 177       |

表-3 モルタルの配合

| 種類 | W/C (%) | 置換率 (%) | C: (S+SL) | モルタル1バッチ(10L)当りの配合(g) |      |       |      | 70-値 (mm) |
|----|---------|---------|-----------|-----------------------|------|-------|------|-----------|
|    |         |         |           | C                     | W    | S     | SL   |           |
| 川砂 | 45      | NET     | 1:2.00    | 6.67                  | 3.00 | 13.34 | —    | 181       |
|    |         | 20      | 1:1.94    | 6.67                  | 3.00 | 12.36 | 2.61 | 176       |
|    |         | 40      | 1:1.54    | 6.67                  | 3.00 | 6.16  | 4.14 | 184       |
|    |         | 60      | 1:1.41    | 6.67                  | 3.00 | 3.76  | 5.67 | 130       |
| 川砂 | 55      | NET     | 1:2.65    | 5.45                  | 3.00 | 14.44 | —    | 184       |
|    |         | 20      | 1:2.24    | 5.45                  | 3.00 | 9.76  | 2.45 | 178       |
|    |         | 40      | 1:1.99    | 5.45                  | 3.00 | 6.50  | 4.36 | 183       |
|    |         | 60      | 1:1.75    | 5.45                  | 3.00 | 3.80  | 5.72 | 181       |
| 川砂 | 65      | NET     | 1:3.20    | 4.62                  | 3.00 | 14.78 | —    | 180       |
|    |         | 20      | 1:2.69    | 4.62                  | 3.00 | 9.92  | 2.49 | 178       |
|    |         | 40      | 1:2.29    | 4.62                  | 3.00 | 5.34  | 4.25 | 179       |
|    |         | 60      | 1:2.10    | 4.62                  | 3.00 | 3.35  | 5.83 | 176       |

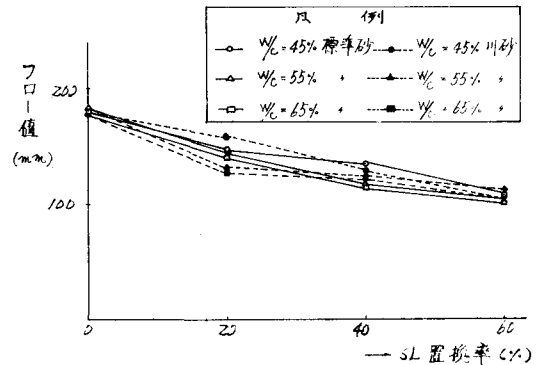


図-1 S.L置換率とフロー値との関係

#### IV 実験結果

図-1は基準となるモルタルのフロー値を180±5mmに対して高炉スラグを単位細骨材量の20%、40%、60%置換した場合のフロー値の変化を表わしたものである。

図-1でわかる様に高炉スラグの置換率が多くなればなるほどフロー値は小さくなる傾向にある。

標準砂の基準のモルタルに対して、スラグを20%

置換した場合は33mm~34mm、40%においては43mm~68mm、60%では73mm~78mmの範囲に於てフロー値が小さくなった。天然川砂に於ては多少のパラツキが現われたが傾向としてはほとんど同様であった。