

高炉スラグ細骨材の粗砂としての利用

住金リコテック（株） 正会員 寿崎益夫
九州共立大学 正会員 高山俊一
太平工業（株） 正会員 高須賀功治
住金リコテック（株） 水野 淳

1. まえがき

近年、海砂の採取について、環境保全の観点から規制が厳しくなっている。そこで製鉄所から毎日、大量に排出される鉄鋼スラグの高炉スラグ細骨材を海砂の粗砂代替品として使用するための研究を行った。鉄鋼スラグの水砕スラグそのものは、針状部分が多く、ワーカビリティに悪い影響を与えるために細骨材としては使用し難いと言われている。したがって、粒形改善機によって水砕スラグの針状部分を除去し、海砂に近い高炉スラグ細骨材を使用した。本研究では、高炉スラグ細骨材と海砂を混合し、粗砂として利用するための諸性質を調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用した高炉スラグ細骨材は、水砕スラグを破碎・粒形改善機により、針状部分を除去した粒形改善を行ったものである。実験に使用した骨材の物理的性質を表-1に示す。高炉スラグ細骨材は2種類（水砕スラグA・B）を使用した。高炉スラグ細骨材は粗砂としての使用を考えているため、粗粒率が約3.0のものをを用いた。海砂は一般的に粗粒率が小さいものが多くなっているため、今回、粗粒率2.07を使用した。海砂の密度2.57g/cm³に対し、水砕スラグの密度はAが2.74g/cm³、Bが2.70g/cm³である。実積率は海砂が62.9%であり、水砕スラグAが63.1%、Bが59.9%であった。

2.2 試験方法

実験は、まずモルタルの諸性質（フロー値および圧縮強度・曲げ強度）を調べた。次に、コンクリートの諸性質およびコンクリートの凍結融解性を調べた。モルタルは水セメント比55%とし、目標フロー値を220mmとした。モルタルの供試体は4×4×16cmである。コンクリートは、水セメント比が55%、目標スランプが10cmとし、空気量、ブリーディングおよび圧縮強度（φ10×20cm）を測定した。さらに、凍結融解試験（水セメント比52%）で、相対動弾性係数および質量の変化を調べた。細骨材は海砂と水砕スラグの混合とし、混合比率は水砕スラグの0、20、30、40、50および100%とした。

3. 結果および考察

3.1 モルタルの諸性質

図-1にモルタルのフロー値と水砕混合比率の関係を示す。水砕スラグの混合率が増加するに従い、フロー値が大きくなる傾向が見られた。海砂と水砕の混合砂の実積率は、混合率が30~50%で約65%と海砂単味に比べて約2%ほど増加している。したがって海砂とスラグとの混合砂のフロー値が向上したものとする。

種類	密度 (g/cm ³)	吸水 率(%)	粗粒 率	単位容 積質量 (kg/L)	実積 率(%)
海砂	2.57	2.17	2.07	1.583	62.9
粗骨材	2.66	0.27	6.96	1.617	61.0
水砕ス ラグ	A 2.74	2.92	3.14	1.682	63.1
B	2.70	1.44	3.17	1.594	59.9

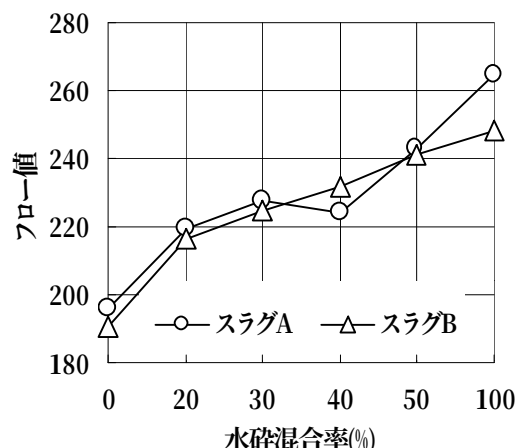


図-1 モルタルのフロー値と水砕混合率

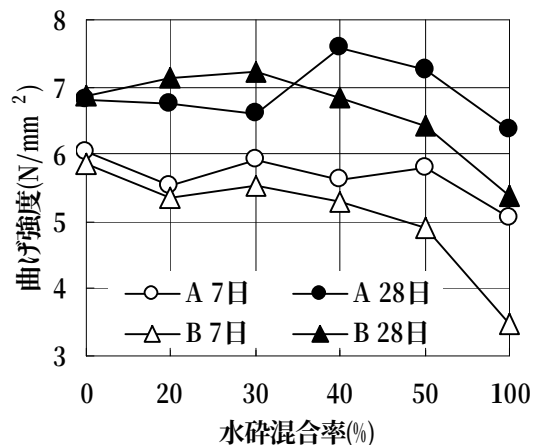


図-2 曲げ強度と水砕混合率

3.1.1 曲げ強度

図-2 は曲げ強度と水砕スラグ A および B の水砕混合率の関係を示す。同図によると、両スラグとも材齢 7 日から 28 日にかけて強度の伸びは順調に増大している。水砕混合率が 40% までは、海砂 100% での強度とほぼ同程度であるが、水砕スラグ 100% では強度の低下が認められる。

3.1.2 圧縮強度

図-3 は圧縮強度と水砕スラグ A および B の水砕混合率の関係を示す。海砂 100% での強度に比べ、両者とも水砕混合率 20%~40% の範囲でほぼ同程度であると考えられる。しかし、水砕混合率 50%~100% で、強度の低下傾向が見られた。このことから、モルタルの強度に関し、細砂の海砂と粗砂の水砕スラグを 20~40% 混合しても、何ら支障はないものとする。

3.2 コンクリートの諸性質

3.2.1 空気量

図-4 は空気量と水砕スラグ A および B の水砕混合率の関係を示す。目標空気量は 4.5% を設定し、水砕混合率 0~50% で空気量は約 4.0% でありそれほど変動しなかったが、スラグ B での水砕混合率 100% で著しく大きな空気量となった。

3.2.2 圧縮強度

図-5 は圧縮強度と水砕スラグ A および B の水砕混合率の関係を示す。両者とも、圧縮強度は材齢が大きくなるにつれて増加した。水砕混合率 100% での強度は、海砂 100% の場合に比べて材齢 7 日および 28 日とも強度の低下が認められた。しかし、両者とも水砕混合率が 50% 以下であれば、海砂 100%（水砕混入率 0%）の強度と大きな違いは認められないものとする。

3.3 コンクリートの凍結融解性

図-6 は凍結融解試験における相対動弾性係数とサイクル数の関係を示す。相対動弾性係数は比較的ばらつきがみられるが、凍結融解 240 サイクルで水砕 100% の相対動弾性係数が約 4% の低下傾向を示している。他の混合材は 210 及び 240 サイクルで 98~101% と実験開始時とほぼ同程度を示している。

4. まとめ

本研究結果をまとめると次のようになる。

- (1) モルタルのフロー値およびコンクリートの空気量は、水砕混合率が大きくなると増加する傾向がみられた。したがって、水砕スラグの粗粒率が 3.0 程度の粗砂として使用しても流動性および空気量に対し何ら不都合は生じないものとする。
- (2) 圧縮強度は、水砕混合率 20%~40% の範囲であれば海砂 100% の場合と比べ、何ら相違はないものとする。

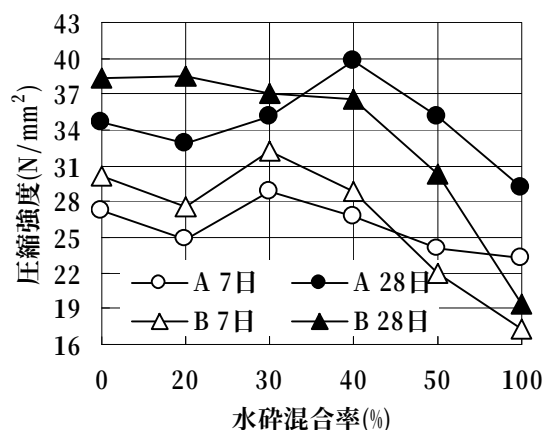


図-3 圧縮強度と水砕混合率

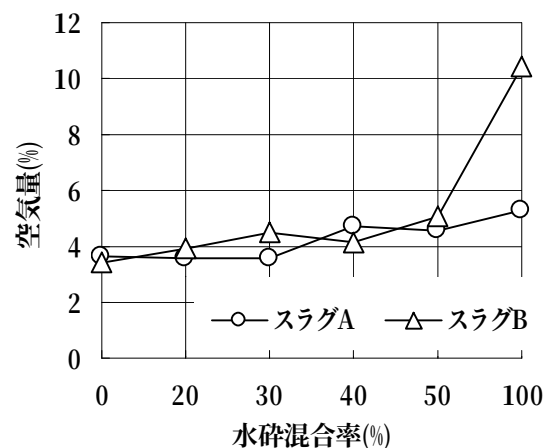


図-4 空気量と水砕混合率

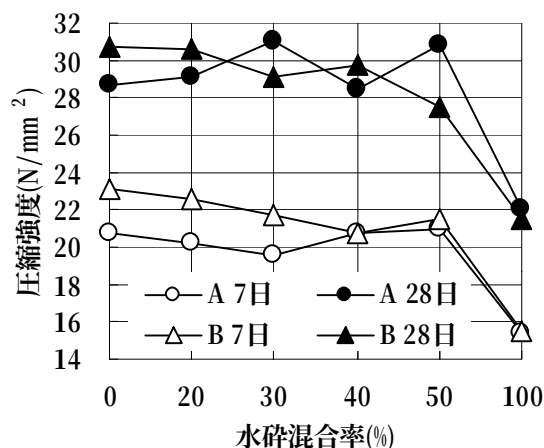


図-5 圧縮強度と水砕混合率

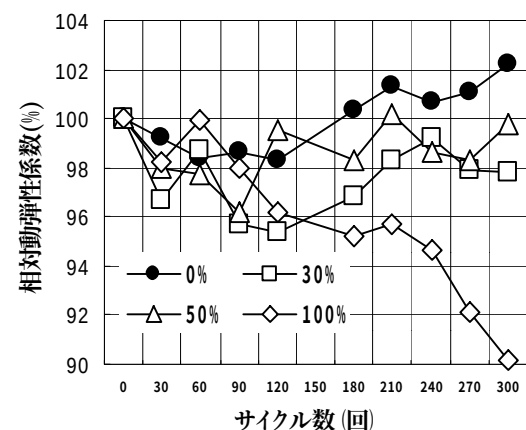


図-6 相対動弾性係数とサイクル数