

硬質水砕スラグを海砂代替品として利用するための研究

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

九州共立大学 学生会員 北原敦志

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、大量に排出される高炉スラグに着目し、改良水砕スラグを海砂の代替品として使用するための研究を行った。水砕そのものは、針状部分が多く、ワーカビリティに悪い影響を与えているために細骨材としては使用し難い。したがって、粒形改善機によって水砕の針状部分を除去し、海砂に近い形状にしなければ細骨材として使用できない。本研究では、粒形改善機によって処理を行った硬質水砕スラグと海砂を混合し、実用化のためのコンクリート諸性質を調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用した水砕スラグは、高炉水砕スラグを急冷した後、破碎・粒形改善機(コトブキ技研工業(株))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。改善機は、水砕スラグを中心より投入して遠心力によって破碎する方法で、回転速度によって骨材の粒度を調整できる。回転速度を小さくすれば粗粒が得られ、大きくすれば細粒が得られる。実験に使用した骨材の物理的性質を表-1に示す。水砕スラグは4種類を使用した。水砕スラグA、CおよびDは目標粗粒率を2.7とし、水砕スラグBは目標粗粒率を3.0とした。水砕スラグAとBは同一製鉄所で同一時期に、改善機の回転速度を変えて粗粒率が異なる様に製造した。海砂の密度 2.57g/cm^3 で、水砕スラグDのそれが 2.56g/cm^3 であり、他のスラグの密度は海砂のそれより大きい。海砂の実積率は66.2%であり、水砕スラグCが64.2%であるが、他のスラグの実積率は全て海砂より小さくなった。

2.2 試験方法

実験項目は、フレッシュコンクリートがスランプ、空気量およびブリーディング、硬化コンクリートが圧縮強度および弾性係数である。細骨材は海砂と水砕スラグの混合とし、水砕混入率は0,10,20,30および50%であり、コンクリート中の水セメント比は55%、目標スランプは8cmおよび18cmとした。AE減水剤は主成分がリグニンスルホン酸塩系のものを使用し、目標空気量は4%とした。ブリーディング試験は、JIS A 1123のブリーディング試験方法に従って行った。圧縮強度は材齢7,28日および91日で測定した。

3 試験結果と考察

3.1 フレッシュコンクリートの性質

コンクリートの単位水量は $148\sim 169\text{kg/m}^3$ とし、水砕混入率が多くなるにしたがって水量を増加した。これは、予備実験により水砕混入率が増加すると、スランプが低下する傾向が見られたためである¹⁾。図-1に水砕混入率とスランプ(白印)および空

表-1 骨材の物理的性質

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	1.51	2.74	1.675	66.2
粗骨材	2.66	0.27	6.96	1.617	61.0
水砕 スラ グ	A	2.66	1.32	1.519	57.9
	B	2.61	1.41	1.448	56.3
	C	2.78	0.94	1.768	64.2
	D	2.56	1.30	1.350	53.4

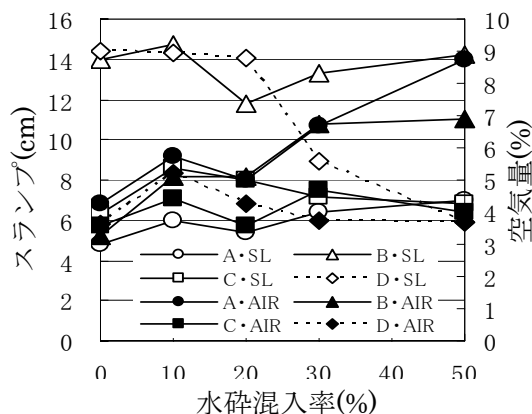


図-1 水砕混入率とスランプ・空気量 (SL=8cm)

水砕スラグ、海砂代替品、粒形改善機、コンシステンシー、実積率

〒803-0802 北九州市小倉北区東港2丁目1-1, Tel 093-561-7435, Fax 093-591-3876

気量(黒印)の関係を示す。同図によると,スランプは水砕混入率が変化してもほぼ同一の値を示した。しかし,D では水砕混入率が大きくなるに従い,低下する傾向を示した。空気量は C および D ではほぼ一定であった。しかしながら,A および B では水砕混入率が増加するにつれて大きくなった。スランプ 18cm の場合の空気量は,A および D とともにスラグ混入量の増加によって大きくなった。

3.2 圧縮強度および弾性係数

図-2 はスランプ 8cm,図-3 はスランプ 18cm の水砕混入率と圧縮強度の関係を示す。両図とも水砕混入率が大きくなっても,強度に大きな変動は見られない。図-3 では,強度は材齢と共に増加している。材齢 91 日で,水砕混入率 30%および 50%での強度は,スラグの潜在水硬性を期待していたが,ほぼ同程度であった。また,両図からスラグの種類にかかわらず,圧縮強度は水砕混入率が 50%以下であれば,海砂 100%での強度と大きな違いは見られないものとする。図-4 は,本研究において得られた全ての弾性係数と圧縮強度の関係である。図中の曲線は,最小二乗法によって求めた回帰直線である。回帰直線の相関係数は $R=0.89$ と極めて精度の高いものとなった。

3.3 水砕混入率と実積率

海砂と水砕スラグの混合した試料の棒突きによる単位容積質量試験を行った。図-5 は実積率と水砕混入率の関係である。同図によると,水砕 C 以外の他の 3 種類の水砕は,水砕混入率が大きくなるほど実積率の減少傾向を示した。水砕 C の場合は海砂のみの実積率と大きく変わっていない。この理由は,水砕 C 自体の実積率が大きかったためと考える。また図-1 において,水砕 A,B および D の場合では,目標スランプを得るために単位水量を大きくしたが,図-5 の実積率の傾向を考慮すると正当であったものとする。また,混合細骨材の目標実積率は,60~62%が妥当であろうと考える。

4. まとめ

本研究から得られたことを次に示す。

- (1) 4 種類の水砕を用いてフレッシュコンクリートと強度に関する実験を行った。空気量は,水砕混入率が大きくなると増加する傾向が一部で見られた。スランプは,混合率の増加によって低下するものもあるため,水量の調整が必要と考える。
- (2) 圧縮強度は,水砕混入率が 10~50%の範囲であれば大きな相違はないものと考えられる。この傾向は材齢 91 日の長期強度も材齢 7 日と同様な結果であった。

参考文献

- 1) 高山俊一,山口訓史,寿崎益夫:水砕スラグを細骨材として使用するための研究,平成 15 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,第 1 部冊(第 I・III・V・VI部門),pp.A-464~A-465,平成 16 年 3 月

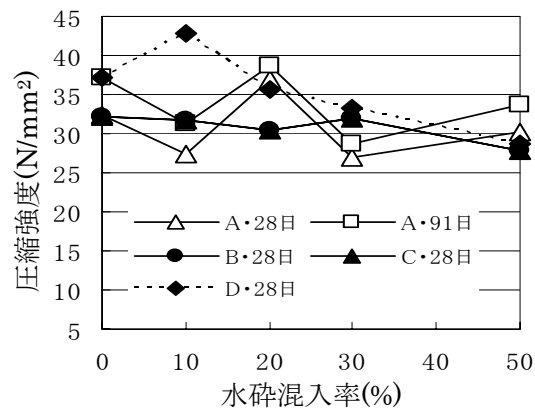


図-2 水砕混入率と圧縮強度 (SL=8cm)

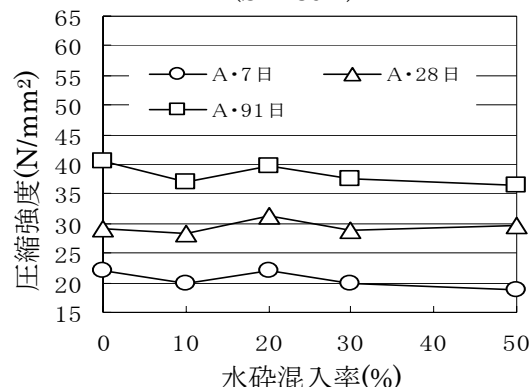


図-3 水砕混入率と圧縮強度 (SL=18cm)

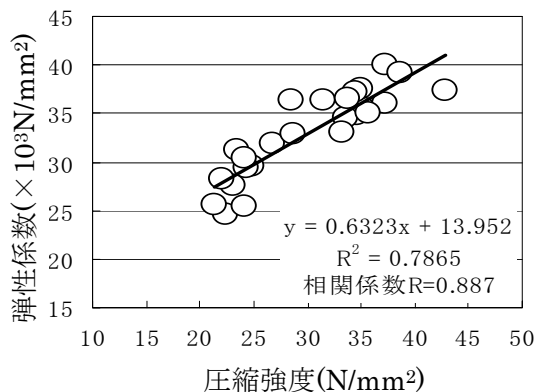


図-4 圧縮強度と弾性係数

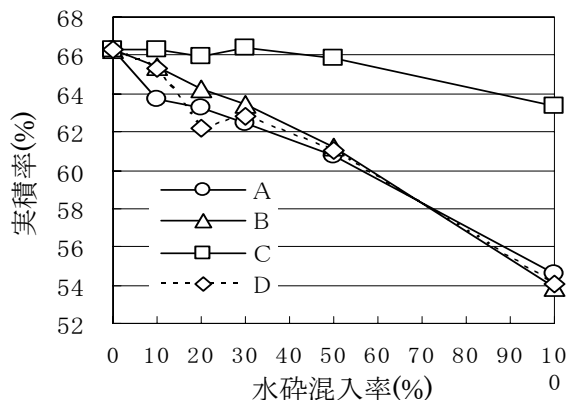


図-5 水砕混入率と実積率