

V - 379

水産資源のためのコンクリートにおけるスチールダストの利用について

室蘭工業大学 正会員 尾崎 訓

室蘭工業大学 正会員 菅田紀之

新日本製鉄㈱

河内雄二

1. はじめに

本研究の目的は、魚場材料としてのコンクリートにスチールダストを利用する場合のコンクリート工学的問題と水産資源への効果を検討することである。スチールダストは比重が非常に大きく（約 6.0）、水中で重さを必要とするこの種のコンクリートへの有効利用が期待されるので、球形の微粉末であることに注目してスチールダストコンクリートの実験研究を行ない、利用の可能性を検討した。なお、水産資源への効果については、沿岸海域の海底にコンクリート版を設置して観察中である。

2. 粗粒スチールダストについて

冷鉄源溶解法における発生スチールダストも含め、転炉における脱炭精練に伴い発生する鉄分を主体とする副産物をスチールダストと呼ぶ。ここで用いたスチールダストは、製鉄所内で、粒径が $44\mu\text{m}$ 以上の粗粒スチールダストと $44\mu\text{m}$ 以下の細粒スチールダストに分けて処理されているので、本研究では二通りの利用を考えた。一つは、粗粒スチールダストの粒径が細骨材の微粒分に相当するので、その混和材的效果を期待して、粗粒スチールダストをそのまま細骨材の一部として利用するものである。もう一つは、スチールダストを製鉄所内でリサイクルするために造られたペレットも、コンクリートの粗骨材として利用するものである。

粗粒スチールダストの主な化学成分の概略値を表-1に示す。粗粒スチールダストの物理的性質は、真比重が 6.3~7.1、水銀ボロシメーターによる空隙は約 0.037 cc/g と測定されているが、コンクリートの配合を考える段階での表乾比重は 5.9~6.7、吸水率は 1~2% の範囲である。今回の実験では、吸水率は 1.2% とし、表乾比重 5.9 で配合設計を行なっている。表-2に粒度の概略値を示すが、平均粒径は 126~139 μm である。

表-1. 粗粒スチールダストの主な化学組成

化学組成	T.Fe	M.Fe	Fe O	Fe ₂ O ₃	Ca O
(%)	86~91	72~78	7~14	4~13	2~3

表-2. 粗粒スチールダストの粒度

粒径 μm	500~250	250~125	125~64	64~
(%)	3~5	34~42	44~50	10~13

3. スチールダストペレットについて

スチールダストペレットの製造方法は、乾燥させた微粒スチールダストに 1 割程度の粗粒スチールダストのほか、早強ポルトランドセメントを主体とするバインダーを混ぜ、水分調整を行なってペレタイザーで造粒し、養生するものである。ただし、今回用いたスチールダストペレットはコンクリート骨材用に造られたものではないので、物理的性質は骨材としての条件を満たしてはいない。すなわち、比重は 3.16 ながら、吸水率は 9.8% と大きく、B.S.812 の骨材破砕値試験方法による 10% 破砕荷重も 5 トンと小さい。実験には、粒度範囲 5~20mm、最大寸法 15 mm、平均粒径 13 mm のスチールダストペレットを用いた。

4. スチールダストを用いたコンクリート

まず、水セメント比を 55% と一定に保ち、スランプを 11 cm $\pm$ 2cm に限定して実験を行なった。ここでは NonA E コンクリートと、耐久性の観点から空気量を 4.5% $\pm$ 0.5% とした A E コンクリートに対し、ス

チールダストの量を変化させた場合の所要単位水量、所要単位AE剤量の増加の程度を調べた。この結果は、図-1に示す通り、ダスト置換率15%程度では単位水量を殆ど増やす必要がなく、30%程度でもAEコンクリートとすれば良いが、この場合、約500kgのスチールダストで細骨材の約30%を置き換えるには水を約20kg増やす必要がある。単位AE剤量については、図-2に示す通り細骨材の30%をスチールダストで置き換える場合、AE剤量を標準量の3~4倍必要とし、約80g増やす必要がある。また図-3の如く、スチールダストはコンクリートの圧縮強度を増加させる。その程度は30%の置換率で約6MPaと見られる。耐久性評価の一助として実施した凍結融解試験の結果によれば、海水中の凍結融解試験は水中の凍結融解試験に比べ厳しく、表面剥離は起こるが、AEコンクリートではダストの多い場合でも抵抗性を確保できる。

次に、単位水量等の配合を一定とした場合のスチールダストの影響と流動化剤による改善効果を調べた実験では、図-4に示すように、細骨材の30%をスチールダストで置き換えることによって、AEコンクリートのスランプは7cm程低下した。しかし、流動化剤をセメントの0.8%程度後添加することによって、水量の増加無しに所要のワーカビリティを確保出来ることが分かった。単位体積重量については、図は省略したが、40%のスチールダストの置換によって、2.85kg/l以上に単位重量が増加する。これは水中において約30%の重量増加になる。

5. スチールダストベレットを用いたコンクリート

先にも述べたように、今回用いたスチールダストベレットは、コンクリート骨材として造られたものでないために、吸水率が大きく耐久性の面で問題があることは明らかであった。また、破碎荷重も小さかったが、球形という優れた形状を持った重量骨材としての特徴は、強度や耐久性をそれほど必要としない魚礁等の、水中で供用されるコンクリートにとって魅力的に思えた。そこで、水産資源への効果を調べるため、スチールダストコンクリート板およびスチールダストベレットも用いたスチールダストコンクリート板を海中に設置したが、その配合と測定結果を次に示す。

スランプ 8cm, 空気量4.5%, W/C=50%, s/a=46%, d/(d+s)=40%, Ad/C=1.5%, AE/C=0.07% (碎石では0.05%), W=160, C=320, D=790, S=525, G=1177 (碎石では991), Ad=4.8, AE=0.224 kg/m³ (ダストのみ0.16), 単位重量 3.01kg/l (ダストのみ2.81), 圧縮強度 33.7 MPa (ダストのみ43.4)

ベレットも使うと、ダストと碎石を用いた場合より更に約7%重くなり、水中重量は普通のコンクリートの約1.5倍にできる。ただし、このベレットでは圧縮強度および凍結融解作用に対する抵抗性が低下するので、これらが問題になる場合にはスチールダストだけの利用に留めるか、ベレットを改良する必要がある。

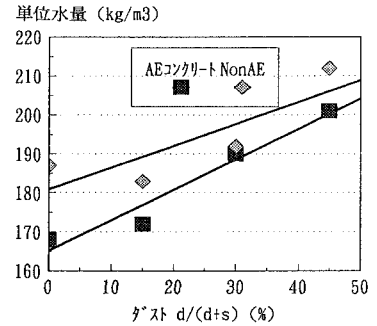


図-1 ダストによる単位水量の増加

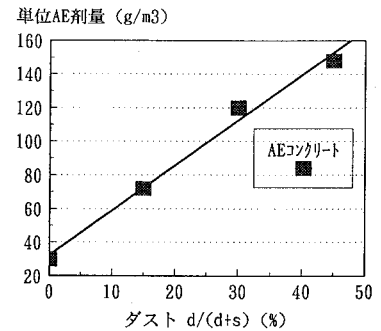


図-2 ダストによるAE剤量の増加

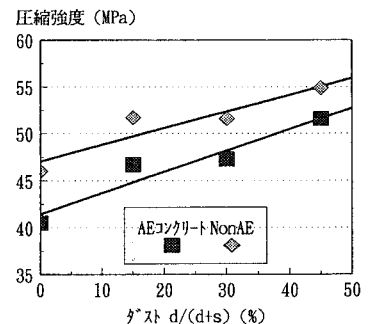


図-3 ダストによる圧縮強度の増加

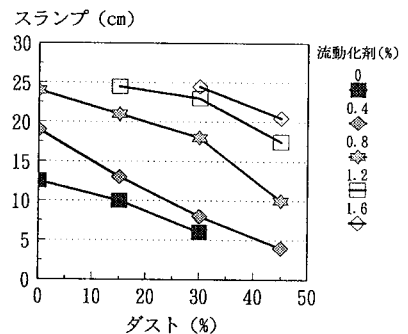


図-4 スランプの低下と流動化剤の効果