

1 まえがき

省資源・省エネルギーのありから高炉スラグをコンクリート用細骨材として利用しようとする研究が最近になって活発に始められている。高炉スラグ細骨材は、製造方法や冷却方法によってその品質が著しく異なるのである。したがって高炉スラグ細骨材を有効にコンクリート用材料として用いるためには、これらを用いたコンクリートの諸性状に及ぼす影響を明らかにする必要がある。本報告は、製造工場の異なる数種の高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの空気量について一連の実験を行い、川砂を用いたコンクリートの場合と比較検討したものである。

本研究について、國分正氣教授に多大の御指導を賜わり、ここに厚く御礼申し上げる。

2. 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は、表-1に示す6種類の急冷高炉スラグ細骨材(以下水砕と呼ぶ)と川砂である。粗骨材は、最大寸法20mmの普通砕石(比重2.64, 吸水率0.8%)を使用した。表-1より各水砕は、製造工場によって物理的性質が若干異なっている。混和剤は、アニオン系(以下AE剤と呼ぶ)のものと、リグニンスルホン酸塩系(以下AE減水剤と呼ぶ)のものを用いた。

表-1 細骨材の物理的性質

種類	容積率 (%)	吸水率 (%)	実積率 (%)	比重 (各10gに相当する水の重量百分率%)										粗骨材修正係数 (%)	細骨材修正係数 (%)
				5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075	0.0375	0.01875	0.009375		
水砕 (A)	259	256	1629	64.5	0.2	9.6	27.2	33.0	19.0	6.4	3.6	3.04	0.4		
水砕 (B)	260	178	1676	65.6	0	1.1	139	41.8	25.4	11.0	6.8	24.8	0.4		
水砕 (C)	266	230	1635	62.9	0	0.2	5.8	44.6	30.1	11.2	8.1	22.9	0.6		
水砕 (D)	266	270	1660	64.1	0	2.0	2.04	38.2	19.4	15.4	4.6	26.0	1.3		
水砕 (E)	284	1.01	1851	65.8	0	4.4	22.2	35.4	20.6	10.4	7.0	26.9	0.6		
水砕 (F)	256	3.04	1557	62.7	0.3	1.7	11.8	39.6	26.6	11.6	8.4	26.1	0.5		
川砂	255	3.17	1633	62.0	0	8.5	14.0	199	31.5	22.5	3.6	24.4	0.7		

3. AE剤量とコンクリートの空気量との関係

実験に先立って各細骨材の骨材修正係数の測定をJIS A 1128に準拠して行った。その結果は表-1のごとくである。各細骨材の骨材修正係数には、大差のないことが認められた。

細骨材に表-1の7種類のものを使用し、AE剤の添加量を増加させ、コンクリートの空気量の変化について検討を行った。この場合水セメント比55%, スランプ8±1mmのコンクリートが得られるような単位水量、細骨材率を試的に求め実験を行った。なお空気量の測定は、JIS A 1128に準拠して行った。その結果を示したものが図-1である。図-1よりAE剤量を増加させると各細骨材ともほぼ直線的に空気量が増加するが、川砂を使用したコンクリートに比べて水砕を使用したコンクリートは、AE剤量の増加に伴う空気量の増加が大きく、同一空気量のコンクリートとした場合川砂使用コンクリートのAE剤量の1/2～1/3であることが示された。この原因は、水砕使用コンクリートのエントラップドエアが川砂使用コンクリートに比べて大きいことである。例えば水砕使用コンクリートのエントラップドエアは、川砂使用コンクリートに比べて1～2.5%大きく、3%を越えるものもあった。

4. 空気量とコンクリートの圧縮強度との関係

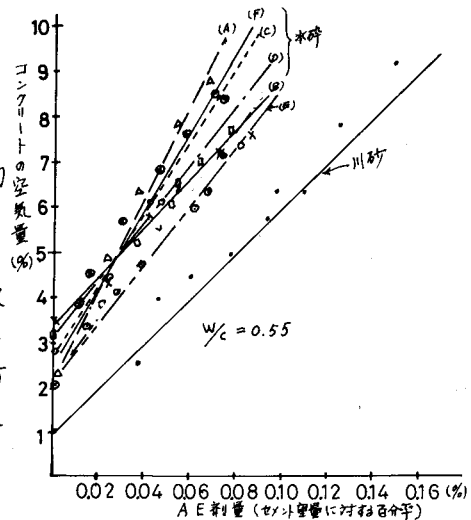


図-1 AE剤量とコンクリート・空気量との関係

細骨材に表-1に示す水砕(C), 水砕(E)及び川砂を使用し、水セメント比55%, スランプ8±1cmにおけるコンクリートの空気量を変化させた場合の材令28日, 91日における圧縮強度試験を行った。空気量と圧縮強度との関係を示したものが図-2である。図-2より各材令とも同一空気量の場合、水砕使用コンクリートは、川砂使用コンクリートに比べて圧縮強度は大きく、特に空気量が大きい場合にその傾向が顕著となることが示されている。

5. 空気量とコンクリートの凍結融解に対する抵抗性
水セメント比55%, スランプ8±1cmにおけるコンクリートの空気量を变化させた場合の凍結融解試験をASTM C-665のA法で行った。耐ス性係数と気泡間隔係数との関係を示したものが図-3である。水砕使用コンクリートは、川砂使用コンクリートに比べて空気量が小さい場合には4で述べたようにエントラップドエアの影響が著しくなり耐ス性が高まること示されている。しかし空気量が6%程度では、水砕使用コンクリートであっても耐ス性係数は90%以上を示していることから川砂使用コンクリートより空気量を1~1.5%程度大きくすれば、凍結融解に対する抵抗性もほぼ川砂使用コンクリートと同等になるものと考えられる。

これらについて更に検討するため硬化コンクリートの気泡分布をASTM C-457によるポイントカウント法によって測定し、気泡間隔係数と空気量との関係を探めたものが図-4である。図-4より各細骨材とも空気量が増加するとともに気泡間隔係数が減少する傾向が示されている。同一空気量における水砕使用コンクリートの気泡間隔係数は、川砂使用コンクリートに比べて150μ程度大きいことが示されている。一般に耐ス性のコンクリートとするには、気泡間隔係数が250μ以下になるようにするのがよいとされているが、この関係が水砕使用したコンクリートの場合に満足する空気量は、図-4より6%程度とすればならないことが認められた。

6. おわりに

6種の水砕を用いて実験し、川砂を用いたコンクリートの場合と比べた結果、水砕使用コンクリートのエントラップドエアは大きく、したがって同じ空気量を得るためには、AE剤の添加量は、川砂使用コンクリートに比べて $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ となる。気泡間隔係数が耐ス性に影響を及ぼすことは明らかであるが、気泡間隔係数が200~250μの場合では、川砂使用コンクリートと大差なく、したがって空気量を6%とすれば、実用上川砂使用コンクリートと同等の耐ス性があることが示された。なおコンクリートの強度は、空気量が大きくなっても水セメント比が同一であれば、川砂使用コンクリートと同等となる。最後に本研究は、一部文部省科学研究費の補助を受けて行ったものである。ここに謹んで謝意を表します。

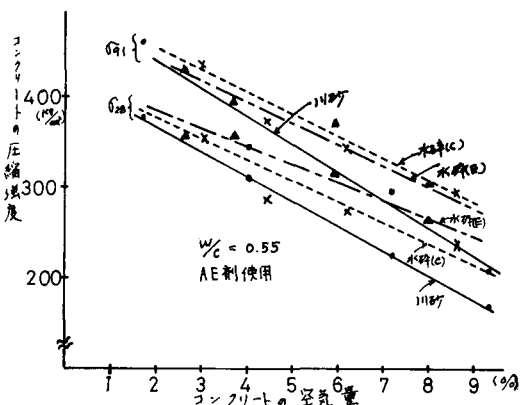


図-2 コンクリートの空気量と圧縮強度との関係

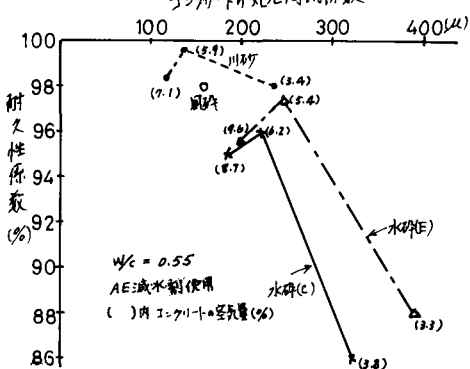


図-3 耐ス性係数と気泡間隔係数との関係

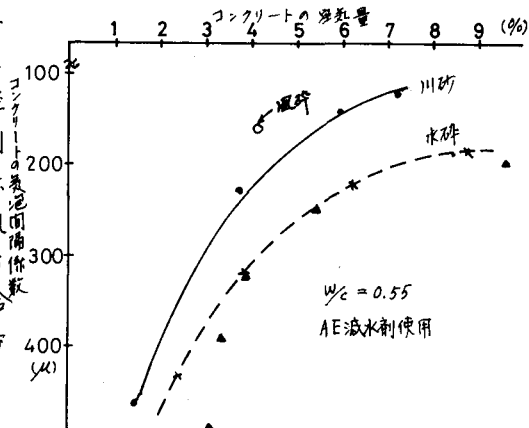


図-4 気泡間隔係数と空気量との関係