

細骨材中に混入した砕石粉のコンクリートへの影響

山口大学大学院 学生会員 ○山田賢
山口大学大学院 正会員 高海克彦
山口大学 非会員 伊藤洋

1. はじめに

近年、コンクリートで使用する天然骨材資源の枯渇が問題となっており、その代替材料として砕石・砕砂の利用が増加している。砕石、砕砂の発生に伴い発生する砕石粉も年々増加しており、その産出量は砕石・砕砂の年間生産量の1%程度に及んでいる。しかし、この砕石粉は、砕石工場内に埋戻または最終処分され、その処理に多くの手間とコストを要している。そしてこの砕石粉の有効的な利用法は未だに確立されていない。

そこで本研究では砕石粉の有効的な利用方法の確立を目的に、砕石粉を多量に含むコンクリートの実用化に向けて、実際に砕石現場から産する砕石粉について物理的性状を調べ、配合試験を行って砕石粉のコンクリートに対する影響を調べることにした。

2. 実験概要

2.1 使用材料

試験では、粗骨材として最大寸法20mmの砕石を用い、細骨材として、海砂と砕石粉を使用した。砕石粉は硬質砂岩を原石とした乾燥状砕石粉である。今、砕砂はJISで規定する粒度分布に合致するように、微粒分を除去するために、水洗、空気分離を行っている。本研究では実際に細骨材として使用することを考え、ふるい分けを行っていない未処理の砕砂を使用した。写真-1は本研究で用いた未処理の砕砂である。

2.2 試験項目と概要

(1) 骨材の物性試験

粗骨材はJIS A 1110、細骨材はJIS A 1109に準じて密度試験を行った。また、JIS A 1102に準じて骨材の粒度分布および粗粒率を求めた。

(2) コンクリート試験

まず、表-1の配合表によりコンクリートを練り、配合条件として、空気量を $4.5 \pm 1.5\%$ 、スランプ値を $12 \pm 2.0\text{cm}$ として調整を行った。そして、配合条件を満たしたときを置換率0%とし、未処理の砕砂を細骨材の容積に対して内割りで5%、10%、15%置換した。その配合表を表-2に示す。

これらのコンクリートでスランプ試験(JIS A 1101)および空気量試験(JIS A 1128)、圧縮強度試験を行った。なお、圧縮強度試験における試験材齢は材齢7日、材齢28日とした。また、未処理の砕砂の置換率を5%、10%、15%として、それと同様に試験を行った。



写真-1 未処理の砕砂

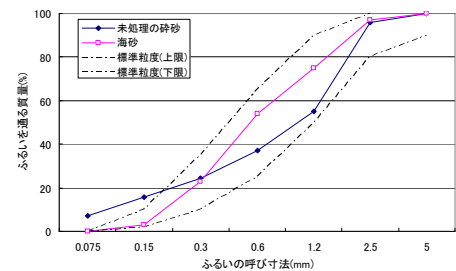


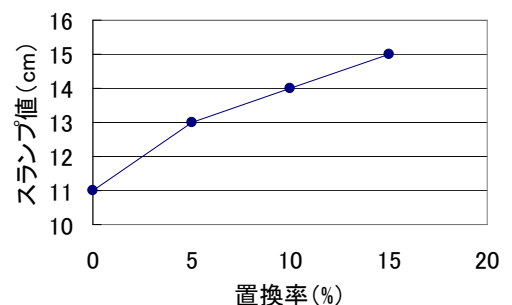
図-1 細骨材の粒度分布

表-1 基本コンクリートの配合

W/C (%)	セメント C (kg/m ³)	水 W (kg/m ³)	海砂 S (kg/m ³)	砕石 G (kg/m ³)	AE減水材 AD (kg/m ³)	AE助剤 AE (kg/m ³)
60	283	170	758	1083	3.0	0.6

表-2 本研究のコンクリートの配合

置換率 (%)	セメント C (kg/m ³)	水 W (kg/m ³)	海砂 S (kg/m ³)	未処理の砕砂 (kg/m ³)	砕石 G (kg/m ³)	AE減水材 AD (kg/m ³)	AE助剤 AE (kg/m ³)
0	292	175	758	0	1083	3.2	0.7
5	292	175	720	38	1083	3.2	0.7
10	292	175	682	76	1083	3.2	0.7
15	292	175	644	114	1083	3.2	0.7



また、圧縮強度試験の結果より、置換率 0%とした時のコンクリートの圧縮強度を基準とした圧縮強度比を求めた。

3. 実験結果

3.1 骨材の物性試験

未処理の砕砂の密度を計測した結果、表乾状態で 2.57g/cm^3 であった。また、海砂は表乾状態で 2.60g/cm^3 であった。海砂と置換する未処理の砕砂を比較すると、ほぼ同程度であることがわかる。砕石の密度は表乾状態で 2.68g/cm^3 であった。

図-1 に細骨材として使用した、未処理の砕砂および海砂の粒度分布を示す。両者を比較すると粒径 $300\mu\text{m}$ 以下で大きな違いが見られた。また、粗粒率について未処理の砕砂は 2.76、海砂は 2.48、砕石は 6.86 であった。

3.2 コンクリート試験

単位水量が 175kg/m^3 時のスランプを計測した結果を図-2 に示す。この結果より未処理の砕砂を混入することでスランプ値が増すことがわかる。これは、微粒分だけだと乾燥状態で砕石粉を混入するが、未処理の砕砂の混合は表乾状態で未処理の砕砂を混入したため、乾燥状態より微粒分にセメントペーストが奪われなかったと考えられ、図-1 に示したように、骨材のバランスが悪いため骨材同士のかみ合わせが悪くなり、スランプ値が上がったと考えられる。

空気量試験の結果を図-3 に示す。未処理の砕砂の置換率 0% ~15%を見てみると空気量は未処理の砕砂を入れることに影響はないと考えられる。

圧縮強度試験結果を、表-3、表-4 に示す。また、材齢 7 日と材齢 28 日における置換率 0%のコンクリートの圧縮強度を基準とした圧縮強度比を図-4 に示す。材齢 7 日、材齢 28 日は同様に未処理の砕砂の置換率が増加するにつれ、圧縮強度も増加する傾向であることがよみとれる。

これはセメントの中には混和剤を添加して、混合しても水と反応しないセメントが残り、そこに微粉末の粒子が割って入ってセメントを分散させ、この未反応のセメントを水と反応させるため、強度が増したと考えられる。

4. 結論

- 1) 未処理の砕砂の置換率が 0%から 15%において、未処理の砕砂の置換率が 5%増加に対してコンクリートのスランプ値は約 1cm 程度で増加し、流動性が高くなる。
 - 2) 未処理の砕砂の置換率が 15%までは空気量に対する影響はない傾向にある。
 - 3) 未処理の砕砂の置換率が 15%までは圧縮強度は徐々に増加する傾向にある。
- 以上のことから、未処理の砕砂を置換する場合、置換率 15%までは悪影響はなく、良い効果を得られることがわかる。

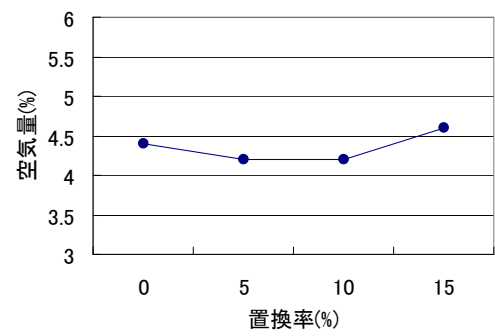


図-3 空気量試験結果

表-3 圧縮強度(材齢 7 日)

(単位: N/mm ²)				
置換率	0%	5%	10%	15%
供試体1	18.2	16.2	14.5	15.7
供試体2	10.1	13.7	18.8	18.1
供試体3	15.6	17.5	16.2	18.3
平均	14.6	15.8	16.5	17.4

表-4 圧縮強度(材齢 28 日)

(単位: N/mm ²)				
置換率	0%	5%	10%	15%
供試体1	30.3	32.4	33.7	37.8
供試体2	32.6	34.3	32.8	31.2
供試体3	32.1	31.4	29.8	37.7
平均	31.7	32.7	32.1	35.6

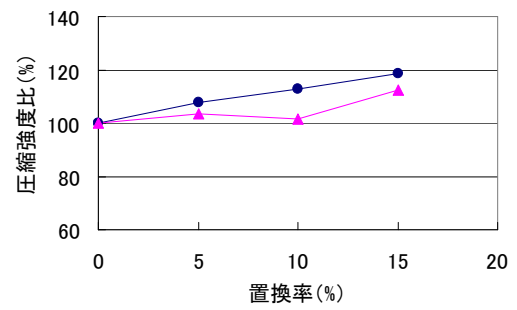


図-4 圧縮強度比