

細骨材における軽石の影響

鹿児島工業高等専門学校 学生会員 蛭原 大介
 鹿児島工業高等専門学校 正会員 池田 正利

1. はじめに

鹿児島県内の海砂には、河川流域にシラス台地をひかえ河川から軽石が流出するなどの原因により軽石が多く含まれているが、その影響を調べた文献は見あたらない。ちなみに、県内の海砂は、産地によって異なるが10%前後の軽石を含む海砂も存在する。鹿児島県内の細骨材は、現在軽石量に関係なく使用されているが、軽石の含有は、コンクリートの施工性や強度に悪影響を与えていると考えられる。そこで本研究では、細骨材中に含まれる軽石がどのようにコンクリートに影響を与えているか検討を行った。

2. 実験概要

県内の細骨材について密度・吸水率等の物理試験を行った。細骨材中の軽石量は、JIS A 5308 骨材中の比重1.95の溶液に浮く粒子の試験方法を利用して求めた。本研究では、実験試料として砕砂に軽石を段階的に混入した混合砂を作成し、軽石の影響を検討することにした。モルタルの配合は、セメント 800g、水 400gと一定とし、細骨材は容積を同一にした。軽石の混入割合を変化させたモルタルのフロー値を求め、強度として、圧縮、引張、曲げ強度を求めた。なお、供試体の寸法は $\phi 5 \times 10\text{cm}$ とした。コンクリートに関しては、コンシステンシーに関する検討、強度、静弾性係数値の測定を行った。供試体の寸法は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ とした。材齢はすべて1ヶ月とし、養生は水中養生($20 \pm 3^\circ\text{C}$)を行った。さらに、軽石のアルカリシリカ骨材反応性を検討するために、非反応性の海砂に軽石を混入した混合砂を用い、迅速法によるモルタルバー試験を行った。

3. 実験結果

1)物理試験結果

表1に物理試験の実験結果を示す。細骨材に含まれる軽石量の規格は現在規定されていないが、本研究では軽石量の目安として、比重1.95溶液に浮く粒子の試験方法を代用した。県内の細骨材の軽石量を試験すると、細骨材のなかには8%台の軽石を含むものもある。県内の細骨材に含まれる軽石は、細骨材の採取地にもよるが大小の軽石の粒子で構成されている。軽石を含むことで細骨材の中には、表乾密度が 2.5g/cm^3 を下回り、吸水率が3.00%を上回る骨材も存在する。なお、今回の実験で用いた軽石の密度は、 1.51g/cm^3 であり、吸水率は、34%である。この軽石の粒度分布は、土木学会の標準粒度範囲に入る分布状態を示した。

2)モルタルにおける軽石の影響

モルタルの配合条件は、セメント量、水量を一定とし且つ細骨材の容積を同一とした。この配合条件で軽石の混入割合が異なるモルタルのフロー値を求めた。実験結果は、軽石の混入割合が増加してもフロー値は $175 \pm 5\text{mm}$ の範囲であった。軽石量が増加してもフロー値に変化がなかった理由として、軽石の粒径が丸みを帯びていること、粒度分布が良いことが考えられる。

図1は、軽石無混入モルタルの強度に対して混入割合ごとの各強度を百分率で表したものである。圧縮強度は、無混入の場合に比べて10%の軽石混入で約1割の減少が見られた。曲げ強度は、混入割合による影響が明確に現れていない。しかし、引張強度は、混入の割合が増加するにつれて明確に減少し、無混入の場合に比べて10%の軽石混入で約3割の減少がみられた。ここで、圧縮強度と曲

表1 物理試験結果

骨材種類	密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	粗粒率	微粒分量 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実績率 (%)	軽石量 (%)
佐多海砂	2.57	2.64	2.37	1.6	1.44	57.6	1.39
吹上海砂	2.47	4.36	2.49	2.6	1.40	59.0	8.43
蒲生川砂	2.59	3.04	2.13	2.6	1.50	59.8	4.22
砕砂	2.59	1.35	2.60	4.1	1.67	65.2	0
桜井川川砂	2.39	5.23	-	-	1.49	65.6	4.75
軽石	1.51	34.0	3.19	0	-	-	100

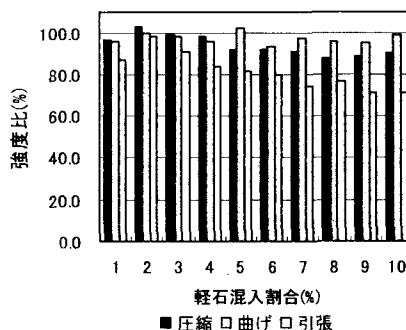


図1 軽石混入割合と軽石の関係

げ強度、圧縮強度と引張強度の関係を軽石混入割合ごとに検討すると、一般的なコンクリートの強度比と類似し、曲げ強度は圧縮強度の 1/5～1/8、引張強度は圧縮強度の 1/10～1/13 の範囲内にあった。しかし今回のモルタル試験では、曲げ強度が混入割合に関係なく圧縮強度の 1/6 程度であるのに対し、引張強度の強度比が 1/10 から 1/13 へと混入割合が増加するに従い減少する傾向を示した。今回の実験では、軽石量の増加がモルタルの引張強度に顕著に現れた形になった。

表 2 配合表

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)			細骨材容積 (m ³) S
		水 W	セメント C	粗骨材 G	
50	45	180	360	1019	0.34

3)コンクリートにおける軽石の影響

コンクリートの配合表を表 2 に示す。水セメント比 50%、細骨材率 45%の条件で細骨材容積が同一のコンクリートを作製した。作製したコンクリートのスランブは、軽石量に関係なく全て 8±2cm の範囲に入った。

図 2 は、軽石無混入コンクリートの圧縮、曲げ、引張強度に対する軽石混入割合ごとの各強度を百分率で表したものである。図 2 に示すように軽石量の増加による強度の変化は明確に現れなかった。モルタルにおいては引張強度に影響が顕著に現れたが、コンクリートへの影響はほとんど現れていない結果になった。

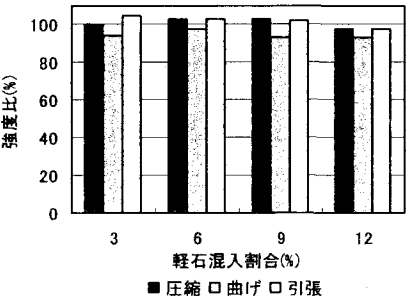


図 2 軽石混入割合と各強度比の関係

4)ブリージング試験

図 3 に軽石無混入の砕砂と軽石の混入割合が 12%のコンクリートのブリージング試験結果を示す。砕砂のブリージング率は 5.51%で、混入量 12%のコンクリートのブリージング率は 4.53%であった。両者は大差無い値を示した。

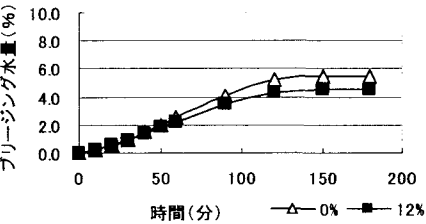


図 3 軽石量の違いによるブリージング

5)軽石と弾性係数との関係

表 3 にコンクリートの軽石混入割合と弾性係数の関係を示す。弾性係数もコンクリートの強度と同様、軽石の混入割合に関係なく 35Gpa 前後の弾性係数を示し軽石量にあまり影響されていない。

表 3 軽石混入割合と弾性係数

軽石混入割合(%)	0	3	6	9	12
弾性係数(Gpa)	35.0	35.5	35.5	33.5	34.1

6)アルカリシリカ骨材反応性について

表 4 に海砂に軽石を混入した混合砂の軽石混入割合とモルタルバーの膨張率を示す。いずれの試料も膨張率 0.1%以下であり軽石混入によるアルカリシリカ骨材反応は見られなかった。

表 4 軽石混入割合と膨張率

軽石混入割合(%)	0	5	10
膨張率(%)	0.056	0.049	0.042

4. まとめ

本研究をまとめると以下になる。

- 1)比重 1.95 溶液に浮く粒子の試験方法を代用して県内の細骨材中の軽石量を試験した結果、海砂の中には 8%台の軽石を含有するものもあった。
- 2)モルタルの容積を一定にして軽石混入割合を増加してもフロー値には変化が現れなかった。
- 3)モルタル軽石混入量を増加させても圧縮、曲げ強度には影響が現れなかった。しかし、引張強度においては混入量を増加させると減少するという結果になった。
- 4)コンクリートの強度は圧縮、曲げ、引張強度とも明確には影響は現れなかった。
- 5)ブリージング率は軽石無混入で 5.51%、軽石混入量 12%で 4.53%と大差がなかった。
- 6)軽石含有量を増加しても弾性係数に影響は現れなかった。
- 7)軽石の混入による海砂のアルカリシリカ骨材反応はみられなかった。

謝辞：最後に、実験の準備およびデータ整理に協力していただいた合田篤子様に感謝いたします。