

[34] 低品質骨材を使用したコンクリートの品質改善

正会員 ○追田恵三（東海大学 海洋土木工学科）

正会員 小林一輔（東京大学 生産技術研究所）

1. まえがき

近年、良品質河川骨材が枯渇し、多種多様の骨材が使用されるようになってしまった。その結果、骨材がコンクリートの品質に及ぼす影響が問題となっている。従来、比重の小さい、吸水率の大きい低品質骨材を使用したコンクリートの品質については多数の報告がみられるが、その骨材を使用したコンクリートの品質改善についての報告は少ない。

そこで本研究では以上のような低品質骨材の有効利用を目的として、これらの骨材を用いて所要の品質のコンクリートを得るために、(1)高性能減水剤の使用、(2)鋼纖維の使用、(3)粗骨材、細骨材のどちらかに良品質骨材を使用、以上のことについて検討を行なったものである。

2. 実験概要

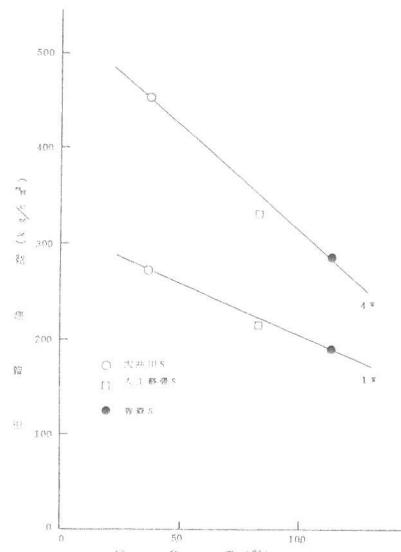
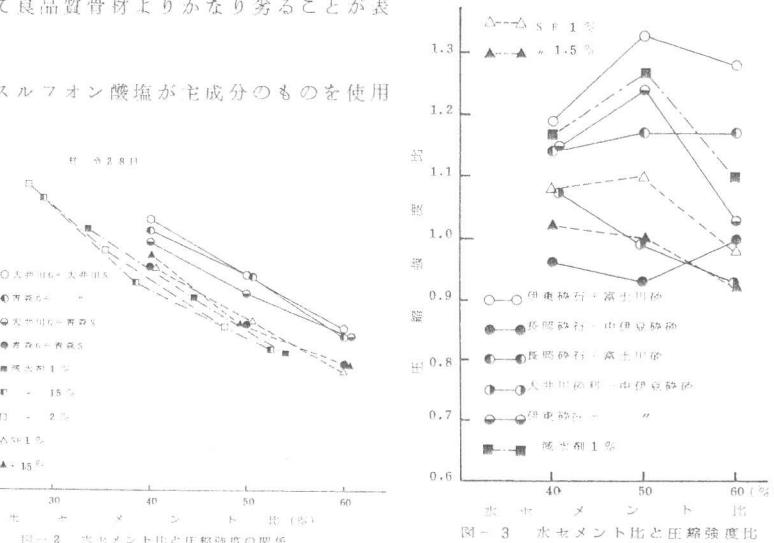
2-1 使用材料

骨材は良品質骨材とし

て大井川産粗、細骨材、富士川産細骨材、良品質砕石としては伊東産のものを、低品質河川骨材としては青森産粗、細骨材、低品質砕石としては、伊豆長岡産、砕砂として中伊豆産のものを使用した。これらの骨材の物理的性質を表-1に示す。低品

表-1 骨材の物理的性質

	比重	吸水率 (%)	単体重量 (kg/m³)	破碎率 (%)	干球率 (%)
大井川粗骨材	2.60	1.2	1530	3.7	5.8.2
青森産細骨材	2.38	5.9	1400	11.4	5.5.6
富士川粗骨材	2.63	0.9	1760	9.0	6.6.4
中伊豆砕砂	2.40	5.3	1530	13.0	6.0.5
大井川粗骨材	1.62	17.5	1050	8.5	5.5.3
大井川粗骨材	2.65	0.8	1720	9.4	6.4.8
青森産粗骨材	2.43	4.6	1590	16.1	6.2.6
長岡粗骨材砕石	2.28	4.6	1320	22.6	5.5.5
伊東粗骨材砕石	2.62	2.0	1510	17.0	5.6.6
人工軽粗骨材	1.28	27.5	995	37.6	6.1.0

図-1 水りたるの圧縮強度比と
粗骨材吸水率の関係図-2 水セメント比と圧縮強度比
の関係

2-2 配合

コンクリートの配合は基準となる水セメント比を40、50、60%とした。すべての配合は目標スランプが 10 ± 2 cm になるようにした。低品質粗骨材

と低品質細骨材を組合せた配合では、高性能減水剤または、鋼纖維を加えた。高性能減水剤の使用量はセメント重量に対し 1、1.5、2% とし、その結果、水セメント比は 54.1～27.3% の範囲となつた。鋼纖維の使用量はコンクリートの容積に対し 1、1.5% とした。良品質骨材との併用では一部、細骨材率による影響をみるため、単位セメント量、単位水量、水セメント比、骨材容積を一定にして細骨材率のみを変化させた実験もあわせて行なつた。また細骨材の品質を知るためにモルタルの圧縮強度を求めた。その配合は水セメント比 55%，セメント量 500kg/m³、細骨材容積を一定にした。

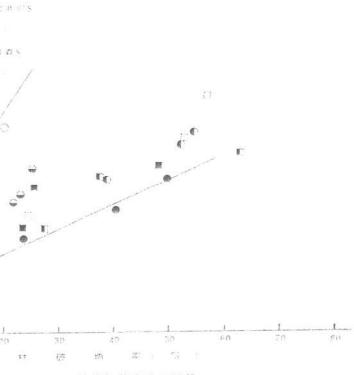
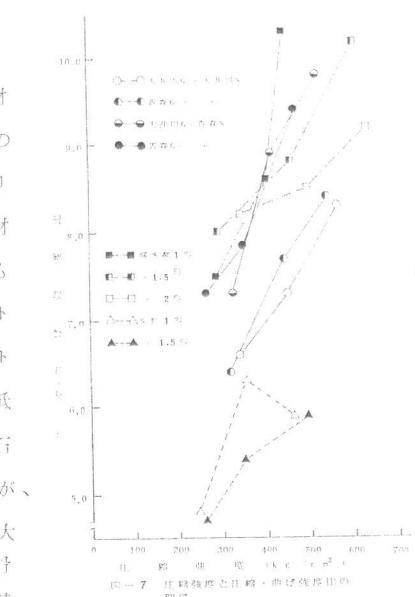
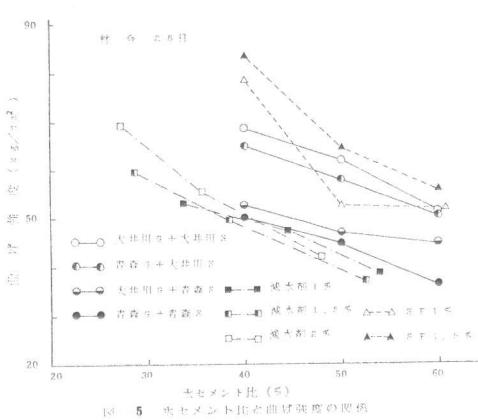
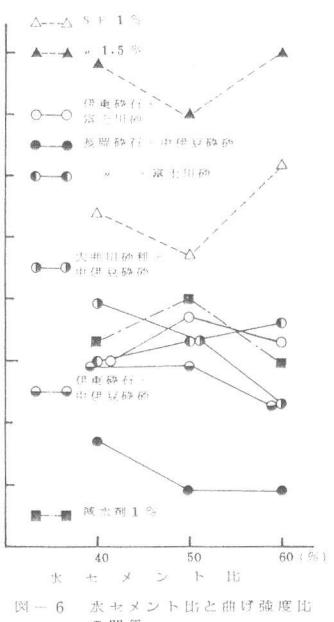
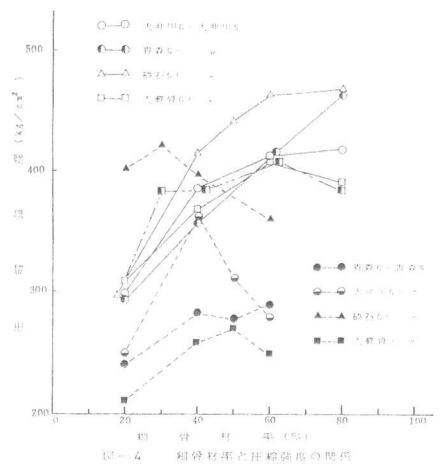
2-3 供試体及び養生方法

コンクリートの圧縮強度、静弾性係数測定に用いた供試体はφ 10cm、長さ 20cm の円柱供試体、曲げ、乾燥収縮測定に用いた供試体は 10×10×40cm の角柱供試体である。モルタルはφ 5cm 長さ 10cm の円柱供試体を用いた。乾燥収縮測定試料は標準養生 1 週後温度 20±1°C、湿度 50% の恒温室に放置し、その他はすべて標準養生を行なつた。

3. 実験結果及び考察

3-1 低品質骨材がモルタル、コンクリートの性質に及ぼす影響

図-1 は細骨材破砕率とモルタルの圧縮強度の関係を示す。骨材破砕率は骨材強度を表わす一つの指標ではあるが、低品質骨材である青森産のものは、良品質骨材である大井川産に比較して約 3 倍以上の破砕率を、また、圧縮強度は 4 週強度で約 60% の強度を示し、破砕率が大きくなるほど圧縮強度は低下していく。次に低品質骨材がコンクリートの圧縮強度に与える影響を示したのが図-2、3 である。低品質粗、細骨材の組合せである青森産のもの（以下、低品質骨材コンクリートと称す）は、良品質骨材の組合せである大井川産のもの（以下、基準コンクリートと称す）よりどの水セメント比をとっても約 20% の強度低下である。図-3 は主に砂石骨材の結果を表わしているが、良品質骨材の組合せである大井川産粗骨材+富士川産細骨材を用いたコンクリート（基



準コンクリート)の強度を基準にしている。低品質骨材どうしの組合せである長岡碎石十中伊豆砂コンクリート(低品質碎石骨材コンクリート)は、基準コンクリートの強度と比較して大差ない結果となった。これは砕石、碎砂の粒形、表面形状の影響と考えられる。

低品質骨材コンクリートの曲げ強度は、基準コンクリートの約30%を示している。(図-5参照)低品質碎石コンクリートは、基準コンクリートに比較して約20%の強度低下がみられる。

図-9は超音波法によって求めた織波速度の結果を表わしている。低品質骨材コンクリートの織波速度と、基準コンクリートの速度差は約0.5km/sである。

コンクリートの静弾性係数の結果を図-10、11に示す。基準コンクリートと低品質骨材コンクリートでは、どの水セメント比でも約 $1.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ ぐらいの差がみられる。低品質碎石骨材コンクリートの静弾性係数は、基準コンクリートに比較して約40%程度小さい。

コンクリートの乾燥収縮率の結果を図-13、14に示す。材令52週での低品質骨材コンクリートの乾燥収縮率は、基準コンクリートに比べて水セメント比40%で約2倍、60%で約1.5倍大きくなっている。

以上のように粗骨材、細骨材の両方とも低品質骨材を使用したコンクリートの性質は、粗骨材、細骨材の両方とも良品質骨材を使用したコンクリートに比較してかなり劣ることがわかる。

3-2 高性能減水剤の使用による品質改善

プレーンコンクリートの場合には、低品質骨材コンクリートの水セメント比を約10%小さくすると、基準コンクリートの強度が得られる。単位セメント量を同じにして、高性能減水剤によって単位水量を減らすと、低品質骨材コンクリートの圧縮強度を基準コンクリート以上にすることができる。

図-5のように高性能減水剤を使用して曲げ強度の改善は可能であるが、圧縮強度などの改善効果は得られなかった。例えば基準コンクリートの水セメント比60%の強度にするには、低品質骨材コンクリートの水セメント比を40%以下にする必要がある。図-7、8

は骨材の品質が曲げ強度に及ぼす影響をしたものである。低品質骨材コンクリートの圧縮・曲げ強度比は、同じ圧縮強度でみても基準コンクリートより大きい。このことは圧縮強度に対し低品質骨材コンクリートの曲げ強度が小さいことを示すものである。図-8に示す粗骨材破壊率は曲げ試験後の破壊断面における粗骨材総数に対する粗骨材破壊数との比で表わしている。基準コンクリートの破壊率は20%程度であるが、低品質骨材コンクリートは曲げ強度が増加すると、破壊率も大きくなっている。以上のことは低品質骨材コンクリートが特に曲げ強度に弱いことを示すものである。

低品質骨材コンクリートの織波速度、静

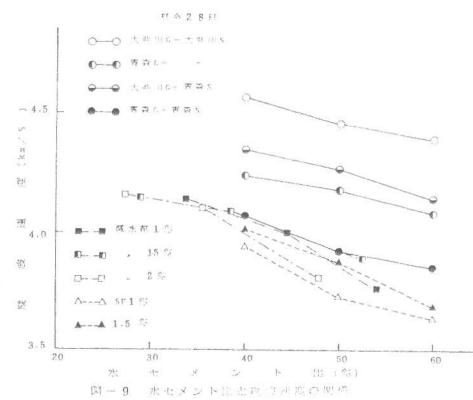


図-9 水セメント比と織波速度の関係

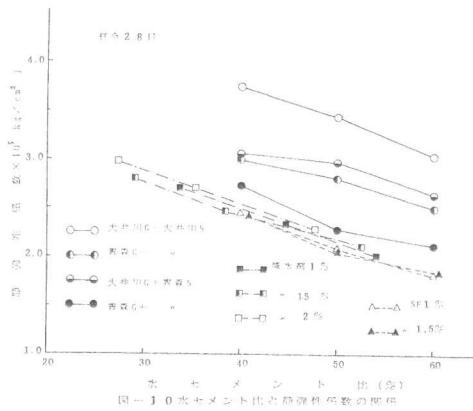


図-10 水セメント比と静弾性係数の関係

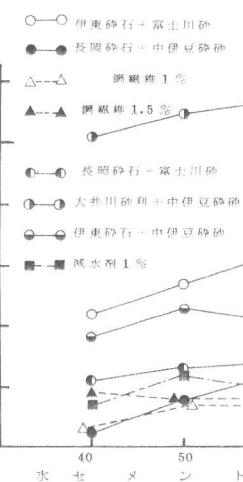


図-11 水セメント比と曲げ強度の関係

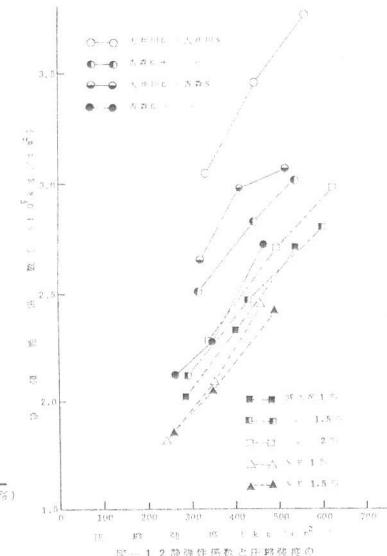


図-12 静弾性係数と圧縮強度の関係

弾性係数は、高性能減水剤を使用してもプレーンのものと大差なく改善効果はあまり期待できない結果となった。図-12のように同じ圧縮強度で比較しても基準コンクリートの弾性係数より小さい。骨材の品質が影響を与えるものと考えられる。

乾燥収縮は水セメント比40%の富配合の場合には効果的だが50%では効果はみられなかった。

3-3 鋼纖維の使用による品質改善

鋼纖維の使用は低品質骨材コンクリートの圧縮強度、織波速度、静弾性係数の改善にはあまり効果がみられなかった。これはコンクリートの粗骨材量と低品質粗骨材量に起因するものと考えられる。鋼纖維コンクリートの配合において所要のコンシスティンシーを得るために細骨材率が多くなり、その結果、粗骨材量は少なくなり低品質細骨材量が増える。それが圧縮強度、織波速度、静弾性係数の結果が小さい原因と考えられる。鋼纖維の特徴は何といっても曲げ、引張強度の改善にある。高性能減水剤を使用して水セメント比を大巾に小さくしても、曲げ強度の改善にはあまり効果がなかったが、鋼纖維を加えることによって低品質骨材コンクリートの曲げ強度を基準コンクリートの強度以上にすることができる。

3-4 良品質骨材との併用による品質改善

粗骨材か細骨材のどちらかに良品質骨材を使用することによって、低品質骨材コンクリートより圧縮強度は大きくなつた。(図-2、3参照) 図-4は同一配合における細骨材率と圧縮強度の関係を示す。細骨材率の増減によってステンプは異なる。細骨材率が40%の場合には良品質骨材との併用によって、圧縮強度は基準コンクリートとあまり差はないが、細骨材が低品質なものは細骨材率を増すと強度は低下する。逆に、粗骨材が低品質なものは、細骨材率が増えると強度も増加する。このことは低品質骨材を使用する場合に、細骨材率の選定を考慮すると効果的であることを示すものである。その他、曲げ強度に関しては細骨材に良品質骨材を併用することが重要であり、織波速度、静弾性係数は粗骨材、細骨材のどちらかに良品質骨材を使えば大きなものとなる。また、材令52週までの乾燥収縮の結果では、低品質骨材に良品質骨材を併用することで乾燥収縮を小さくすることができます。

4. 結論

本研究では比重が2.3~2.4、吸水率が4~6%の低品質の河川骨材や砕石を使用したコンクリートの品質改善を目的として実験を行なつたが、得られた結果を要約すると以下の通りである。(1) 高性能減水剤を使用することによって低品質骨材コンクリートの圧縮強度改善が可能である。(2) 鋼纖維を使用して低品質骨材コンクリートの曲げ強度の改善が可能である。(3) 粗骨材か細骨材のどちらかに良品質骨材を使用することによって、圧縮、曲げ強度、その他の性質の改善が可能である。

5. あとがき

本研究において東京大学生産技術研究所、魚本健人助教授には適切なご助言をいただいた。深く感謝するだいである。

参考文献

- (1) 小林茂敏他(1983年):低品質骨材を用いたコンクリートの特性、セメント・コンクリート、No.440 16~22
- (2) 田中直三他(1983年):低品質骨材の利用方法に関する基礎的研究、土木学会第38回年次学術講演概要集、土木学会、171~172

