

論文

[1101] 真砂土のコンクリート細骨材への利用に関する実験的研究

正会員 ○ 兼行 啓治 (山口大学工学部)  
 正会員 浜田 純夫 (山口大学工学部)  
 正会員 長谷川 博 (山口大学工短部)

1. まえがき

コンクリート用細骨材として真砂土(花崗岩風化土)を利用する研究は数多く行われて来た。<sup>1~3)</sup> その結果、真砂土をそのまま使用すると、ワーカビリティが悪く単位水量の増加が必要であることと、強度特性において15~20%の低下が生じること、また乾燥収縮、耐久性の面でもかなり注意を要することが報告されており、コンクリート用細骨材としてはきわめて低品質なものとして使用を見送られているのが現状である。しかし、この真砂土は全国各地より採取可能であることと、きわめて廉価であることなどからも有効利用の検討が今後の課題である。

本研究は、真砂土のワーカビリティと強度低下の主原因が真砂土特有の微粉末にあるものと考え、水洗いによって0.15mm以下の微粉末を取り除き、改良を試みた真砂土を用意しこの改良真砂土の諸特性を調べる実験を行った。また、海砂と混合して用いることも有効であると考えられるので、この両者について従来の海砂とそのままの真砂土を用いたコンクリートと比較検討をしたものである。

2. 真砂土の特性

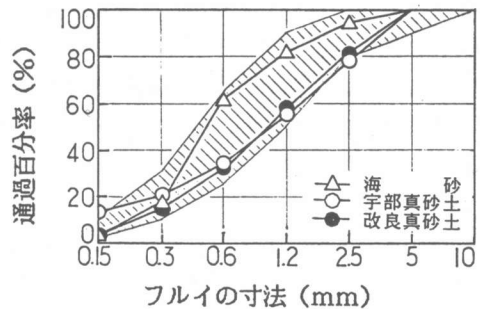
表一 1 細骨材の物理的性質

真砂土は、花崗岩質岩石(花崗岩、花崗岩せん緑岩など)の結晶性深成岩およびこれと同性質の片麻岩が風化してその場所に残る残積土及び、これからも

細骨材種別	比重	吸水率(%)	単位容積質量kg/l	洗い損失量(%)	安定性損失量(%)	粗粒率
海砂	2.55	1.83	1.52	2.14	5.80	2.43
宇部真砂土	2.47	3.24	1.53	11.1	13.6	3.00
改良真砂土	2.50	2.32	1.58	1.83	13.6	3.15

たらされた崩積土などである。<sup>4)</sup> このため、風化の程度によっては岩石に近いものからシルト、粘土のように細粒分を含むものまでの広い範囲のものを含むが、コンクリート用細骨材として使用するものはこの後者のものが一般的である。

本実験に用いた宇部産真砂土(広島型真砂土)の比重は2.47と低いが、これは表乾状態の判定が従来のコーン式測定法によると見掛け比重が低くなることによるものである。また、吸水率は、海砂より約2倍も大きく、風化による骨材内部の空隙が多くなっているものと思われる。洗い損失量は、示方書規準の5%をはるかに越え11%に及ぶ。これは風化の程度に大きく左右されるが、真砂土特有のシルト、粘土質の含有量が多い真砂土のためである。安定性も13.6%と高く規準の10%を越えている。これは、風化による粒子内部



図一 1 フルイ分け曲線

への潜在クラックや結晶間の結合力の弱さからきている。粒度分布は、図-2の様に、全体的には粗粒分布となっている反面特に0.15mm以下の微粉末が多いことが特徴である。

### 3. 実験

実験は、フレッシュコンクリートと硬化コンクリートの標準的なものを行った。用いたセメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は安山岩砕石である。コンクリートの配合は4種類の細骨材の比較のために、真砂土を基準にして単位水量を210kg、細骨材を42%と一定にした。強度と水セメント比の関係を得るために、水セメント比を45,55,65%の3種類とした。ここで単位水量が210と一般のコンクリートに比べ多いのは、真砂土をそのまま用いた場合180~190の水量ではスランプが0となり実用的にならないためである。供試体の作成は強制練りミキサーを用い、材料投入後空練りを1分間、加水後に2分間練りませた。練り上がったコンクリートは、フレッシュコンクリートの主な性質を得るために、スランプ、ブリージングおよび空気量を測定した。硬化コンクリートは、材令28日において、圧縮強度、引張強度、曲げ強度およびヤング係数を測定した。なお、本実験でのヤング係数はコンプレッソメーターを用い、1/3応力レベルにおける割線ヤング係数を採用した。

### 4. 実験結果と考察

#### 4-1 フレッシュコンクリートの性質

スランプと水セメント比の関係について単位水量210kg/m<sup>3</sup>の場合を図-2に示した。この結果、スランプは海砂で最大となり以下改良真砂土、混合砂、宇部産真砂土の順に小さいが、海砂と改良真砂土の差は極めて小さいことがわかる。このことは真砂土をそのまま使用したものに比べ、0.15mmフルイにより水洗いを行った改良真砂土は、海砂を用いたコンクリートと同程度に改良され、スランプ改善の効果には有効な手段と考えられる。また、スランプは単位水量一定の法則でいえば、水セメント比の影響を受けないはずであるが、混合砂と宇部産真砂土は多少影響を受けているようである。このことは、セメントそのものが微粒分であり、真砂土の微粒分と合わせて、コンシステンシーに影響していたものと考えられる。図-3に、空気量と水セメント比の関係を示すが、1~2%の範囲にあり、普通セメントと同程度である。また、水セメント比や細骨材種別による顕著な差は認められない。図-4にW/C=55%におけるブリージングと経過時間の関係を示す。4種類のコンクリートの中で、真砂土と混合砂が極めて小さいブリージング率を示している。ブリージングは微粒分に大きく影響され、一方改良真砂土は海砂とほとんど同程度となったので、微粒分がほとんど取り去られていることを示している。この様なことから、真砂土の微粒分は表面積を増大させ、粒子間に水分を相当蓄えることがわか

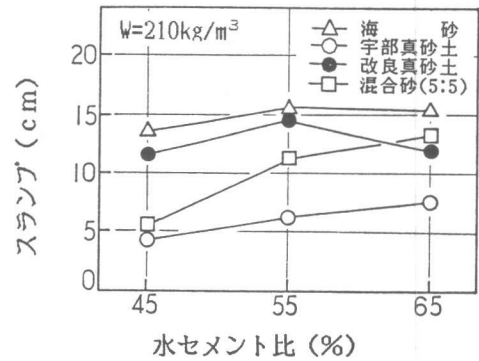


図-2 スランプと水セメント比の関係

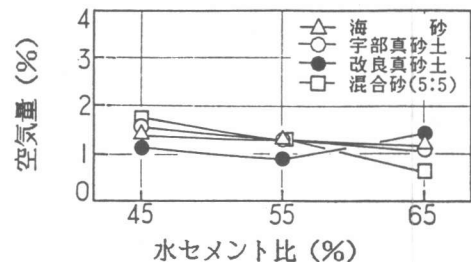


図-3 空気量と水セメント比の関係

る。この様なことから、真砂土の微粒分は表面積を増大させ、粒子間に水分を相当蓄えることがわか

る。なお、過去の実験によれば、真砂土を用いたコンクリートのワーカブルで材料分離を生じない細骨材率は40%前後であった。混合砂と真砂土においてブリージング率が低く出た理由としては、0.15mm以下の微粉末が水分を多く吸水することと、構成粒子の微亀裂（吸水率に関係する）への水の浸入および粒子の表面組成の複雑性により表面積が増大することなどに起因（低スランブになる要因としても考えられる）していると思われる。細骨材率の実験結果については紙面の都合上示していないが、ワーカブルで材料分離を起こさない範囲においては、約40%前後であるものと思われる。

#### 4-2 硬化コンクリートの性質

圧縮強度とセメント水比の関係について図-5に示す。海砂、改良真砂土、混合砂、宇部産真砂土を用いたコンクリートのいずれもほとんど同じ割合でセメント水比が大きくなると圧縮強度も増大している。海砂を用いたコンクリートを基準として、改良真砂土と宇部産真砂土を比較すると、改良を試みた真砂土は海砂を用いたものより約5%程度上回っている。逆に真砂土をそのまま用いたタイプの宇部産真砂土は約15%程度低くなっている。このことは、宇部産真砂土のようにそのまま使用すると、真砂土の特性でも述べたように0.15mm以下の微粉末が多いことによって、脆弱な粒子が多量に存在していることによるものと思われる。従って、シルトや粘土質の過多による圧縮強度低下と同じ要因であると推定できる。

混合砂を用いたコンクリートは、海砂とそのままの真砂土との中間にあり若干の改善効果はあるものと考えられる。なお、プレーンコンクリートのみならず、AE剤による改良のための実験も行った。使用するAE減水剤などの量が従来のコンクリートより多く必要となるが、単位水量を減ずる効果は、生じたものの、決定的な改良法とはならなかった。圧縮強度やその他の強度特性はプレーンコンクリートと同程度であった。以上のことから、真砂土をそのまま使用すると圧縮強度で約15%程度の強度低下を引き起こすが、水洗いによりシルト、粘土質の微粉末

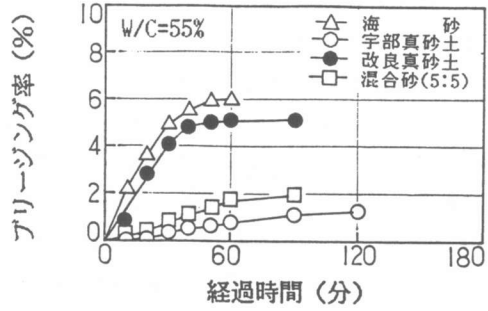


図-4 ブリージング率と経過時間の関係

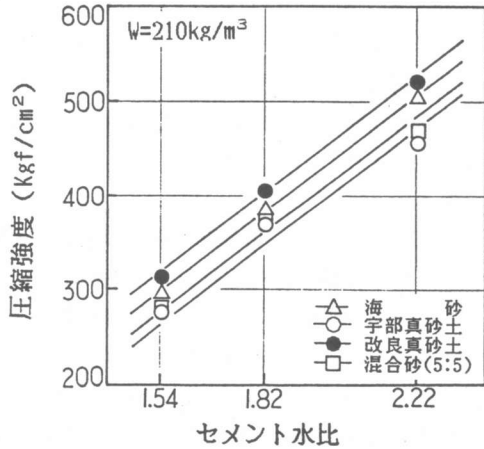


図-5 圧縮強度とセメント水比の関係

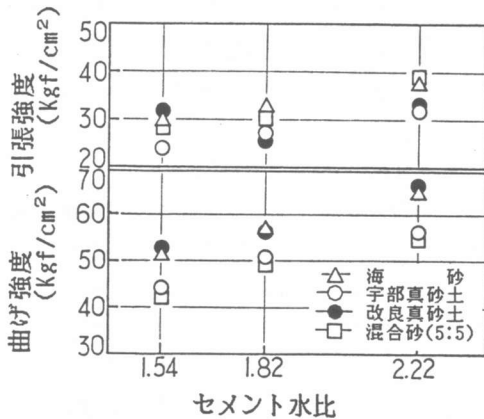


図-6 引張、曲げ強度とセメント比の関係

と水洗いによりシルト、粘土質の微粉末

を取り除くと、海砂を用いたコンクリートよりも大きくなることより、十分に適用性があるものと思われる。図-6に引張、曲げ強度とセメント水比の関係を示した。圧縮強度と同様に直線関係が認められる。図-7, 8に引張強度、曲げ強度と圧縮強度の関係を示す。本実験の範囲 ( $W/C=45\sim 65\%$ ) においては、引張強度は圧縮強度の約 $1/12\sim 1/15$ である。また、曲げ強度で約 $1/6\sim 1/8$ の範囲内であり従来の値より少し小さいようであるが適用するうえで特に支障はないものと考えられる。細骨材種別についてみると、個々のバラツキのほろが大きく、明確な差は現われていないようである。図-9にコンプレッソメーターで測定した、ヤング係数と圧縮強度の関係を示した。ヤング係数が $2.5\sim 4.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ の範囲であり、一般の値よりも若干大きい。

#### 5. まとめ

真砂土のコンクリート用細骨材への適用性を検討するための実験を行った結果、水洗いにより、 $0.15\text{mm}$ 以下の微粉末を取り除いた改良真砂土は、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの各特性において、海砂を用いたコンクリートと大差なく、各試験値も一般的であることから、改良真砂土は有効的な手段であると考えられる。また海砂と混合することも若干ではあるが改善されており、今後最適な混合比率など求め有効な利用法の検討が必要である。最後に、コンクリートの耐久性も必要であり今後の研究課題としたい。

#### 参考文献

- 1) 岡村雄樹、檜貝 勇 : コンクリート用細骨材として真砂土の利用に関する研究、第8回コンクリート工学年次講演会論文集(1986)
- 2) 田沢栄一、米倉亜州夫、宮沢伸吾 : 風化花崗岩系山砂のコンクリートへの利用、第38回土木学会年次学術講演会概要集(1983)
- 3) 丸山 巖、三浦正昭、上野育生 : 山砂を混合したコンクリートの性状に関する二、三の考察 土木学会西部支部研究発表講演概要集(1980)
- 4) 土質学会編 : 風化花崗岩とまさ土の工学的性質とその応用

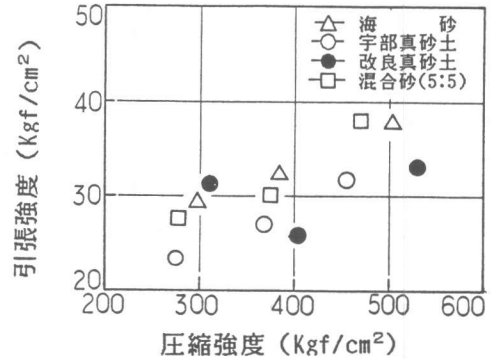


図-7 引張強度と圧縮強度の関係

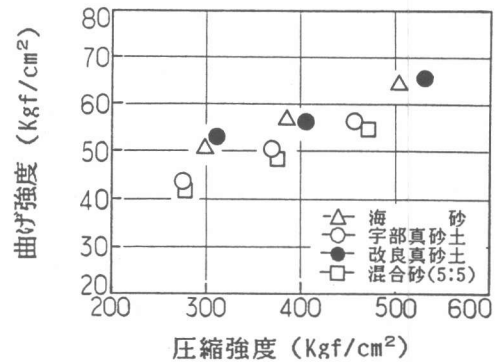


図-8 曲げ強度と圧縮強度の関係

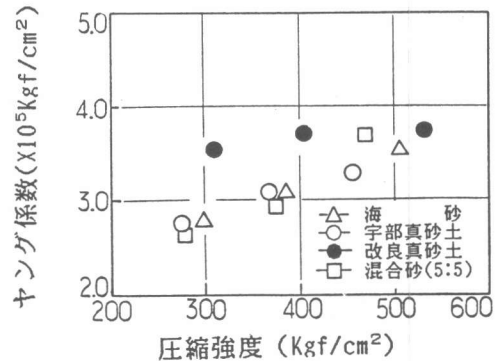


図-9 ヤング係数と圧縮強度の関係