

コンクリート用細骨材としての真砂土の利用に関する研究

山口小野田レミコン（株） 正会員 ○竹本 孝光
山口大学工学部 正会員 高海 克彦

1. はじめに

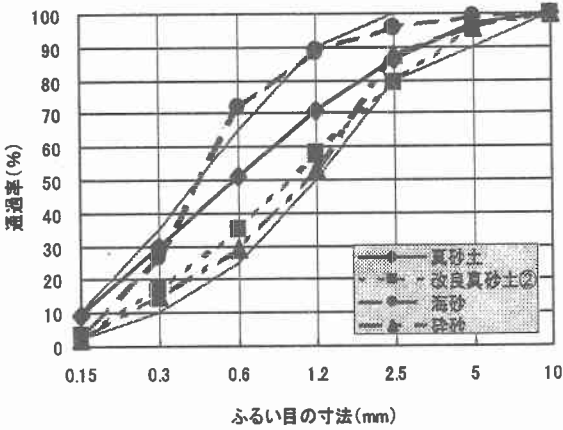
コンクリート用細骨材としてこれまで使用されてきた海砂は、環境保全や水産資源保護を理由に採取規制を強化する動きが強まっており、代替砂の開発が急がれている。そこで、本研究は真砂土（花崗岩風化土）を海砂の代替砂としてコンクリートに利用することを目的とする。まず、実用性の面から真砂土を水洗い等により改良した改良真砂土をコンクリート用細骨材として利用する方法を検討した。次に、資源の有効利用という点から真砂土そのままをコンクリート用細骨材として利用する方法も検討した。

2. 真砂土の材料試験

本研究では山口県厚狭郡山陽町産真砂土を使用し、水洗いによる改良を行った。改良真砂土①は真砂土を 0.15mm ふるいで水洗いし微粒分を取り除いたもの、②は 18L の円筒容器に真砂土 5kg・水 10kg を入れ攪拌機で攪拌し上水を取り除き、この作業を 1 回行ったもの、③・④は②の回数が増えたもので、それぞれの物性値を表-1 に示す。改良真砂土は真砂土に比べ密度が大きく、吸水率・微粒分量も小さく品質改善されていることがわかる。改良方法は、改良真砂土②の方法が簡便であり、以下の実験で改良真砂土として使用する。次に真砂土、改良真砂土②、海砂および石灰石砕砂の粒度曲線図を図-1 に示す。真砂土の粒度曲線は土木学会の標準粒度範囲内であるが 0.15mm ふるいの時点で他の細骨材より通過質量が多い。以上の結果、真砂土と改良真砂土は海砂や石灰石砕砂に比べ低品質といえる。よって以下の実験では低品質材料をコンクリート用細骨材としていかに利用するかを検討した。

表-1 細骨材の物理的性質

細骨材の種類	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	微粒分量 (%)	粗粒率 F.M
真砂土	2.38	2.26	5.45	14.20	2.56
改良真砂土①	2.48	2.40	3.62	0.71	3.09
改良真砂土②	2.49	2.42	2.90	2.10	3.12
改良真砂土③	2.49	2.41	3.16	0.19	3.41
改良真砂土④	2.50	2.43	3.08	0.26	3.22
海砂	2.56	2.53	1.18	0.07	2.15
石灰石砕砂	2.66	2.63	1.12	3.70	3.17



3. コンクリートの実験方法

実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は碎石 2005、混和剤は A E 減水剤を標準とし、目標空気量は 4.5% で空気量調整剤として A E 剤を用いた。まず、細骨材に改良真砂土 50%・砕砂 50% の混合砂を使用したコンクリートについて性状を検討し、現在一般的に使用されている海砂 60%・砕砂 40% の混合砂と改良真砂土 100% を使用したものについて対比させた。コンクリートの配合は、単位水量 175kg/m³、細骨材率 48% を一定とし、水セメント比を 65, 55, 45% に変化させた。フレッシュコンクリートでは、スランプ、空気量、単位容積質量およびブリーディング率を、硬化コンクリートでは、圧縮強度試験を実施し、強度とセメント水比の関係式の算出も行った。次に、真砂土そのままを細骨材とし、水セメント比 65% で目標スランプ 8cm のコンクリートに限定して最適な単位水量および細骨材率の検討を行った。真砂土コンクリートは混和剤に高性能 A E 減水剤を使用し、使用量の検討も行った。使用量は C×1.0%、(C+真砂土の微粒分量)×1.0%、C×2.0% の 3 種類を行った。

図-1 細骨材の粒度曲線図

4. コンクリート実験の結果と考察

フレッシュコンクリートの最も重要な性質であるスランプの関係を図-2に示す。この結果、改良真砂土は海砂・砕砂に比べスランプ値が小さい。改良真砂土と砕砂の混合砂は改良真砂土よりスランプ値が大きい。よって改良真砂土と砕砂を混合して用いる方法は、スランプの改善には有効な手段である。

図-3に28日圧縮強度とセメント水比の関係を示す。この関係より得られた回帰直線式（強度式）により強度を指定した配合設計が可能になる。改良真砂土と砕砂の混合砂を細骨材とした場合の強度式を式(1)に示す。

$$\sigma_{28} = -11.2 + 29.1 C/W \quad (1)$$

次に真砂土そのままを細骨材に使用した場合の混和剤使用条件の検討結果で、図-4に示すとおり、使用量が $(C + \text{真砂土の微粒分量}) \times 1.0\%$ の時、施工に必要なスランプ値ならびにワーカビリティを得ることができた。これ以上使用量が増えた場合は $C \times 2.0\%$ のようにスランプ値は大きくなるが粘性が大きく、スコップ等で練り返したとき重たい感じがし、コテ均しが難しいといった欠点が見られた。真砂土コンクリートの圧縮強度は材齢28日で、 27.8 N/mm^2 であった。これは、地盤改良材、ブロック裏込め、均しコンクリートなどの低強度コンクリートに必要な強度を満足する値である。

以上の実験結果より、水セメント比65%、スランプ $8 \pm 1 \text{ cm}$ で改良真砂土50%と砕砂50%の混合砂、改良真砂土、および真砂土を細骨材とするコンクリートの最適配合範囲が図-5に示す通り決定した。

5. 結論

- (1) 真砂土の水洗いによる改良は、改良真砂土②の簡便な方法で、十分、微粒分量や密度および吸水率などの品質改善ができる。
- (2) 改良真砂土を砕砂と混合して使用した場合、改良真砂土のみを使用する場合に比べスランプ値が大きくなる。よって、同じスランプ値を得るための単位水量は少なくできる。
- (3) 真砂土そのままを細骨材に使用する場合の高性能AE減水剤の使用量算出方法は、真砂土の微粒分量の1.0%を加算する方法が有効である。

今後は、真砂土のような低品質材料を使用したコンクリートについて実施工や耐久性試験など行い実用性を追求したい。

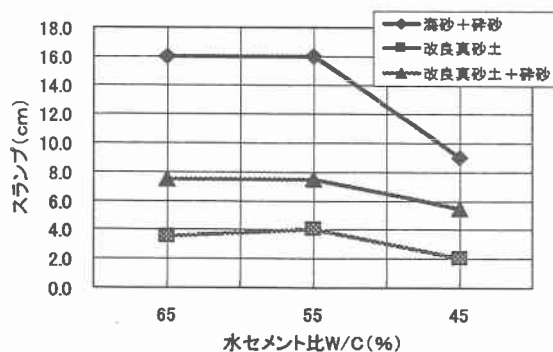


図-2 スランプと水セメント比の関係

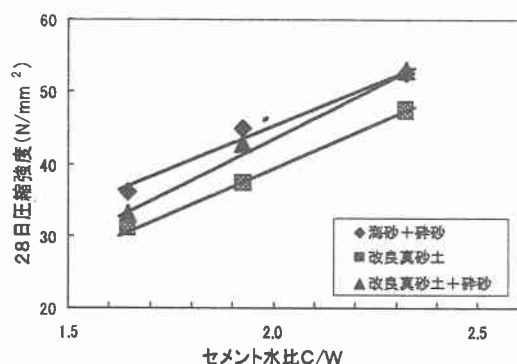


図-3 強度とセメント水比の関係

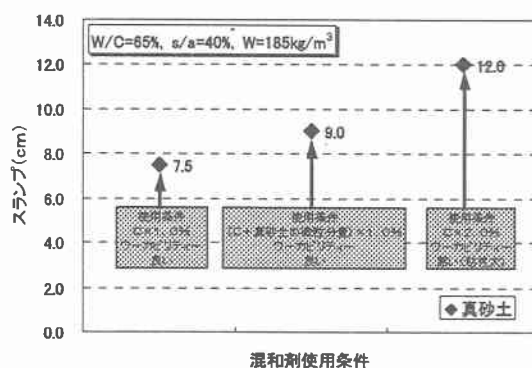


図-4 スランプと混和剤の関係

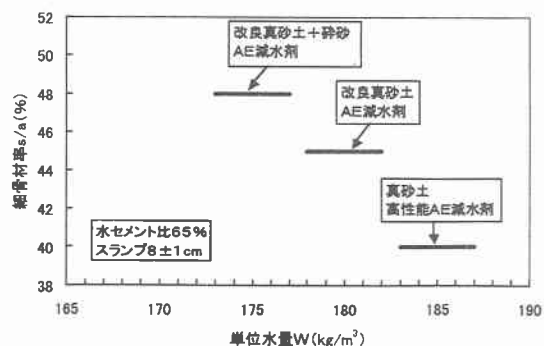


図-5 配合範囲