

論文 真砂土のコンクリート用細骨材への適用

松井 信作*¹・井上 正一*²・吉野 公*³・黒田 保*⁴

要旨: 海砂の全面採取規制,さらにはコンクリート用骨材そのものの資源が不足している中で,ここではその対応として鳥取県内に広く分布する真砂土をコンクリート用細骨材として使用できる可能性を検討した。その結果,遅延形の高性能 AE 減水剤を添加することによって通常のコンクリートと同程度の強度,耐久性,施工性をもったコンクリートを製造できる可能性があることが明らかになった。

キーワード: 風化花崗岩,高性能 AE 減水剤,細骨材,フレッシュコンクリート

1. はじめに

最近のコンクリートは高品質化・高耐久化・多機能化が要望される一方で,骨材の不足に加え骨材の低品質化がすすんでいる。このような状況においては,低-高品質骨材の中から所要の性能を有するコンクリートを製造する技術とその適材適所の使用法を確立しておくことが必要となる。

特に,中国地方では海砂の全面採取禁止に伴う細骨材不足が深刻化しており,海砂に替わる代替細骨材の確保が急務となっている。

このような観点から,本研究では,コンクリート用骨材資源の有効利用,建設コストおよび環境負荷の低減から,建設材料として鳥取県で多量に採取可能な真砂土を対象として,先ず真砂土の物理的性質を調査した。次に,鳥取県のダム現場で排出される比較的高品質の真砂土をそのまま(ただし 10 mm フルイで篩う)用いて,コンクリートの配合設計上の問題点とフレッシュ性状および強度,耐久性,乾燥収縮について検討を行い,併せて実機プラントおよび現場擁壁の作製を通して得られた真砂土コンクリートの性状についても述べる。

2. 実験概要

2.1 真砂土の物理試験

県内に分布する真砂土は,粗粒花崗岩を主岩相とし,石英が多く有色鉱物が少ないのが特徴であるといわれている。そこで,真砂土がかなり多量にあることを条件に県内全域の 14 カ所より採取した真砂土に対し,JIS¹⁾に基づいてふるい分け(JISA 1102),密度・吸水率(JISA 1110),微粒分量(JIS A 1103),単位容積質量(JIS A 1104),および強熱減量試験²⁾(JSF T 221)等の物理試験を行った。

2.2 真砂土を用いたコンクリート試験

コンクリートに用いる真砂土には,現在建設中の東郷ダムの残土(排出真砂土 20 万 m³:表-1,図-1の E1)を用いることとした。

セメントには高炉 B 種を,粗骨材には骨材最大寸法 40 mm(砕石 4020 と 2005 を質量で 1:1 混合)を使用した。なお,比較のために普通砂を用いた試験も行うが,混和剤は,普通砂を使用する場合には AE 減水剤を,真砂土を使用する場合にはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤(標準形 or 遅延形)を使用し,空気量は AE 助剤によって調整した。

*1 (財)鳥取県建設技術センター業務課課長補佐 工修(正会員)

*2 鳥取大学教授 工学部土木工学科 工博(正会員)

*3 鳥取大学助教授 工学部土木工学科 工博(正会員)

*4 鳥取大学助手 工学部土木工学科 工修(正会員)

コンクリートの配合条件は、無筋コンクリートとして広く県内で用いられている配合（普通-18-8-40-BB： $W=150 \text{ kg/m}^3$ ， $W/C=60\%$ ）を参考に，スランプ $8\pm 1.5 \text{ cm}$ ，空気量 $5\pm 1\%$ ， $W=150 \text{ kg/m}^3$ とし，最適 s/a において水セメント比を $W/C=40\sim 70\%$ の範囲内で 3～5 水準を選定した。

フレッシュコンクリートにおける試験項目は，スランプ（JIS A 1101），空気量（JIS A 1128）である。硬化コンクリートでは圧縮強度試験（JIS A 1108），乾燥収縮試験および凍結融解試験（JSCE-G-501）である。なお，強度試験には $\phi 15\times 30 \text{ cm}$ の円柱を，その他の試験では角柱供試体を用い，それぞれ 3 体ずつ作製した。

全ての供試体は，コンクリート打設後，恒温室（ $20\text{ }^\circ\text{C}$ ， $R.H.60\pm 10\%$ ）に搬入し，材齢 1 日で脱型，その後 $20\text{ }^\circ\text{C}$ の水中養生を施した。円柱供試体は材齢 28 日に圧縮強度試験を，乾燥収縮は材齢 7 日から，凍結融解試験は材齢 14 日で，試験を開始した。

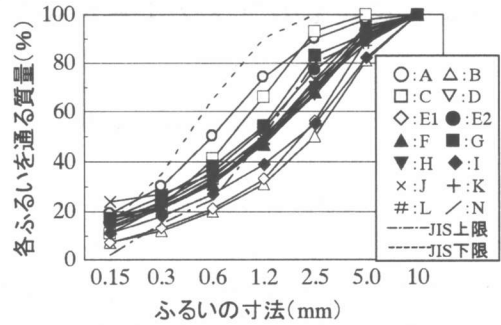
2.3 現場施工試験

コンクリートの練上がり条件として，スランプ $8\pm 1.5 \text{ cm}$ ，空気量 $6\pm 1.5\%$ ， $W=150 \text{ kg/m}^3$ ， $W/C=60\%$ とし，生コン工場において最適 s/a のもとで普通砂と真砂土コンクリートを製造し，現場までの運搬時間約 90 分の場所（鳥取県中部の山間地）に無筋擁壁（高さ 1 m，幅 60 cm，長さ 12 m）を作製した。なお，真砂土コンクリートでは遅延形の高性能 AE 減水剤を用いた。この擁壁の施工で計測したコンクリートのフレッシュ性状と擁壁の乾燥収縮の測定とひび割れを含めた表面性状の観察を行った。なお，乾燥収縮の測定はホイットモア型ひずみ計（基長 25 cm，最小目盛 0.001 mm）を用いた。

3. 結果と考察

3.1 真砂土の物理的性質

真砂土は，採取場所の違い，同一場所であってもその採取位置によって粒度や密度，微粒分量，等の物理的性質はかなり異なることが知ら



図一 真砂土の粒度分布

表一 真砂土の物理試験結果

| 試料記号 | 採取地域 | 粗粒率 | 表乾密度 | 絶乾密度 | 吸水率 | 微粒分量 | 単位容積質量 | 強熱減量 |
|----------------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|---------------|------|
| | | | g/cm^3 | g/cm^3 | (%) | (%) | kg/l | (%) |
| A | 東 | 2.39 | 2.45 | 2.34 | 4.88 | 15.5 | 1.42 | 2.68 |
| B | 東 | 3.99 | 2.56 | 2.50 | 2.35 | 5.1 | 1.60 | 1.36 |
| C | 東 | 2.67 | 2.50 | 2.40 | 3.98 | 8.5 | 1.43 | 1.84 |
| J | 東 | 2.97 | 2.53 | 2.47 | 2.09 | 16.3 | 1.62 | 2.91 |
| D | 中 | 3.28 | 2.55 | 2.50 | 1.94 | 11.3 | 1.58 | 1.73 |
| E1 | 中 | 3.79 | 2.52 | 2.45 | 2.67 | 5.6 | 1.54 | 1.20 |
| E2 | 中 | 3.02 | 2.49 | 2.41 | 3.49 | 10.5 | 1.66 | 0.96 |
| F | 中 | 3.28 | 2.49 | 2.40 | 3.60 | 9.3 | 1.61 | 1.47 |
| K | 中 | 3.17 | 2.51 | 2.44 | 2.65 | 12.2 | 1.69 | 3.21 |
| N | 中 | 3.16 | 2.54 | 2.49 | 1.81 | 11.3 | 1.69 | 1.37 |
| G | 西 | 3.00 | 2.56 | 2.51 | 2.04 | 12.5 | 1.74 | 1.31 |
| H | 西 | 3.21 | 2.54 | 2.48 | 2.60 | 8.2 | 1.67 | 1.20 |
| I | 西 | 3.68 | 2.50 | 2.42 | 3.47 | 6.2 | 1.54 | 1.81 |
| L | 西 | 3.25 | 2.53 | 2.48 | 1.84 | 15.1 | 1.74 | 1.24 |
| 普通砂 | | 2.72 | 2.67 | 2.63 | 1.63 | 3.6 | 1.82 | |
| JIS A 5005の規格値 | | | | >2.5 | <3.0 | <7.0 | | |

注) 表中網掛け部はJIS A 5005 の規格値を満たさないもの

れている。

図一に採取した真砂土の粒度分布を，表一には真砂土および普通砂の物理試験結果を示す。また，参考のために，図一にはコンクリート標準示方書³⁾に規定されている細骨材の粒度範囲を，表一には，JIS A 5005 のコンクリート用砕砂の規格値を示している。

表一より，真砂土の物理的性質は，採取場所によって試料Bのように JIS の砕砂の基準を満たすものもあるが，ほとんどのものがいず