

低品質骨材の利用に関する基礎的研究

愛媛大学 正会員 松木三郎
日産建設(株) 正会員 〇内田太志

1. 緒言

近年、コンクリート用細骨材は、川砂の枯渇ならびに採取規制のため海砂、山砂等の使用量が増大し細骨材の低品質化の傾向がみられる。海砂の使用に際しては除塩問題、内陸部における運搬コスト等の問題を抱えている。

日本に広く分布する花崗岩の風化残積土である真砂土は、大量採取および内陸部使用時における運搬コストの低減が可能であるという利点と、風化により脆弱化し微粉末が多く、吸水率が大きいという品質上の欠点を併せ持つ。したがって真砂土を細骨材に用いたコンクリートはある一定のコンシステンシーを得るために多くの単位水量を必要とし、材料分離、収縮ひびわれ等の問題、さらに単位セメント量の増大となることから経済性の問題を生じる。そこで産業副産物であるため非常に安価であり、近年の鉄鋼業の発展にともない発生量が膨大化している水砕スラグに着目し、これを真砂土に混合使用することにより真砂土コンクリートの単位水量の減少、強度の向上を図ることにより品質改善を試みるものである。

2. 使用細骨材

細骨材の物理試験結果を表-1に示す。真砂土は吸水率が3.22%、安定損失重量が15.9%でJIS規格を満足していない。一方、水砕は吸水率が0.64%、安定損失重量が4.0%でこれを十分満足しており、これを混合することで細骨材の品質改善が期待される。細骨材のふるい分析曲線を図-1に示す。真砂土は粗粒分および微粉末が多く粒度分布が悪いが、水砕を混合することで粗粒分および微粉末が減少し、中間粒度が増加して粒度が改善されることがわかる。また、比較用として海砂も使用した。

3. フレッシュコンクリートの諸性質

(1) 水砕代替率とスランプの関係

水砕代替率とスランプの関係を図-2に示す。水砕代替真砂土コンクリートは、水セメント比45%、55%、65%のいずれの場合においても水砕代替率の増加にともないスランプが増加している。これは真砂土の粒度分布には偏りがあるものの水砕を代替することで中間粒度が増加し、粒度が大幅に改善されたことがコンクリートのワーカビリティを改善し、スランプが増大したものと考えられる。これに対し、水砕代替海砂コンクリートはスランプが減少している。これは海砂と水砕において粒度分布に差があまり見られないことから、水砕の形状が角張っていることがコンクリートのワーカビリティに悪影響を与えたものと考えられる。

(2) ブリージング試験結果

ブリージング量と継続時間の関係を図-3に示す。代替率50%までにおいては海砂コンクリートに比べブリージング量が非常に減少している。これは真砂土が0.15mm以下の微粉末が多く、保水能力が大きいことによるものと思われる。代替率が増加するにつれてブリージングが大きくなり、とくに代替率75%、100%においては海砂コンクリートのブリージング量を越えて増大している。これは、水砕の粒形が針状のガ

表-1 細骨材の物理試験結果

試験項目	表乾比重	吸水率 (%)	安定性 損失重量 (%)	粗粒率
真砂土	2.54	3.22	15.9	3.15
海砂	2.53	2.44	4.0	3.03
水砕	2.80	0.64	4.0	2.82

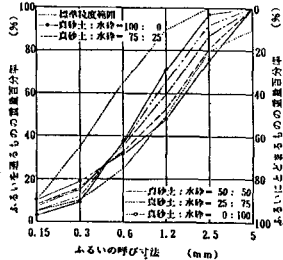


図-1 細骨材のふるい分析曲線

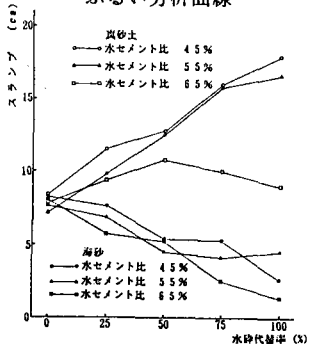


図-2 水砕代替率とスランプの関係

ラス質で吸水率が小さく保水能力に乏しいこと、また水砕代替によりワーカビリチーが改善されスランプが大きくなり単位水量過多になっていることの影響によるものと思われる。

ブリージング継続時間は、最短で120分、最長で270分である。継続時間に規定はなく一般に120~240分程度とされているため特に問題はないものと考えられる。

(3) 凝結硬化速度試験結果

経過時間と貫入抵抗値の関係を図-4に示す。水砕代替真砂土コンクリートの始発時間は5時間前後で、水砕を代替したことによる始発時間への影響はないものと考えられる。終結時間については、全水セメント比において水砕代替率の増加にともなって遅れが進行しているが、最も遅れが進行したものでも40分程度であるため特に問題はないものと考えられる。しかし海砂コンクリートと比較すると、始発、終結とも2~3時間程度の遅れが生じている。海砂コンクリートに比べ真砂土を用いたコンクリートは単位水量が非常に大きくなる。そのため凝結の遅れが生じたものと思われる。したがって寒中コンクリートにおいて凍害の心配があるので単位水量には注意する必要があると思われる。

4. 硬化コンクリートの性質

水砕代替率と圧縮強度の関係を図-5に示す。これによると、海砂コンクリートは水砕代替率が増加してもさほど強度に変化は見られないが、真砂土コンクリートは水砕代替率の増加にともない強度が増加しているのがわかる。真砂土はそれ自体では品質上問題があるが、水砕を代替することで水砕の持つ特徴である潜在水硬性が少なからず発揮され強度改善が行われたものと思われる。しかし、前述している通り水砕代替率75%、100%になると単位水量過多であることからそれぞれの代替率における最適細骨材率、適切な単位水量による配合を行えば強度はさらに改善されると思われる。また、長期材令において、水砕の潜在水硬性は発揮されやすいので91日以上の方における強度試験を行う必要があると思われる。

5. 結言

本研究で得られたことを要約すると次のとおりである。

- (1) 真砂土コンクリートに水砕を代替することでワーカビリチーが改善されスランプが増大し単位水量を減少させることができると思われる。
- (2) ブリージングは水砕代替率50%を越えると増大し、材料分離の原因になると思われるので配合の際には混和剤等を使用して単位水量を減少させる必要がある。
- (3) 凝結硬化時間の変化は見られなかったが、真砂土コンクリートは凝結時間が長いので寒中コンクリートにおいて凍害等の心配がある。
- (4) 真砂土コンクリートに水砕を代替することで圧縮強度は増加した。今後は長期材令における強度発現傾向を知る必要がある。
- (5) スランプ、ブリージング、凝結、圧縮強度のすべてにおいて最適細骨材率、適切な単位水量による配合を行えばさらに改善されると思われる。

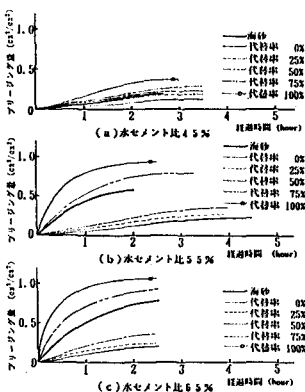


図-3 継続時間とブリージング量の関係

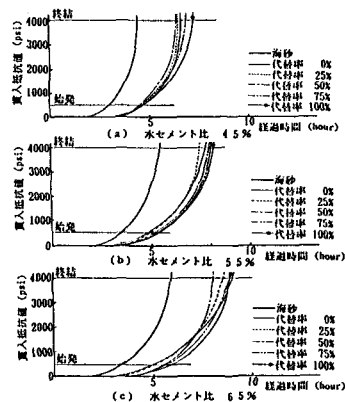


図-4 経過時間と貫入抵抗値の関係

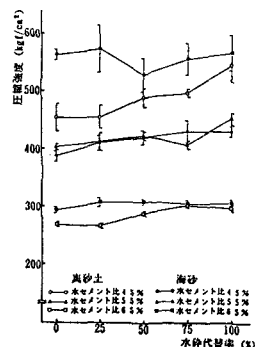


図-5 水砕代替率と圧縮強度の関係