

(株) 向組技術研究所

大崎幸雄

正員

○竹内恒夫

(株) 向組土木設計部

大橋幹生

1. まえがき

コンクリートダムなどのマスコンクリートや広範囲なコンクリート打設を行なう場合、その経済工法として、極めて低セメント量で硬練りのコンクリートを振動転圧機で締固める工法が考えられる。すでに、コンクリートダムの施工に適用すべく、その実用化に関する研究が関係各所で進められており、当社の試験工事においても、振動転圧機で締固めたその種のコンクリートはほぼ満足できる品質であることが確認されている。しかしながら、本工法で対象としているコンクリートは、一般的に用いられるコンクリートと比較すると、はるかに低セメント量で、硬練りとなるため、その性状や施工性、品質管理方法などの細部については不明確な点も多く、今後大規模工事に適用していくにはさらに検討を要するところである。本報文はこれらの実を解明する資料を得るために実施した試験の一部を報告するとともに、その結果について若干の考察を試みたものである。

2. 試験概要

1) 調査項目

経済性の改善、水和熱の軽減をはかり、コンクリートの配合をより合理的にするためには、施工性や品質を満足する範囲で次のような手法により単位セメント量を少なくすることが望まれる。

① 実積率の大きい骨材粒度を選定する。

② 粗骨材空隙に対するモルタル容量比(f_m)および、細骨材空隙に対するセメントペースト容量比(f_p)を小さくする。

③ できるだけ大きい水セメント比を選定する。

また、極めて硬練りとなるため、その品質管理方法に関する検討も必要である。このような観点から以下の項目に主眼をおいた。

① 合理的な骨材粒度分布の調査

② コンクリートの配合が施工性や品質に及ぼす影響の調査

③ 品質管理方法に関する調査

2) 試験方法

骨材の実積率の調査：粗骨材を表1に示すように5要素に区分し、これらの混合割合を変化させて、粒度分布と実積率の関係を粗骨材単独の場合、細骨材を混入した場合に分けて調査した。

コンシステンシー試験：硬練りコン

クリートの試験方法は種々あるが、これらの試験による測定限界よりさらに低いコンシステンシーであることが予想されたため、振動式コンシステンシー試験方法および締め固め係数試験方法を改良したものを合わせて用いた。空気量の測定：圧力法と容積法を併用した。

供試体の採取：40mmのフルイでウェットスクリーンした試料を標準型わくに棒状バイブレータで2層に詰め

表-1 粗骨材の粒度区分

オ1要素	オ2要素	オ3要素	オ4要素	オ5要素
150-80 ^{mm}	80-40 ^{mm}	40-20 ^{mm}	20-10 ^{mm}	10-5 ^{mm}

表-2 使用材料

名称	種類および物性
セメント	普通ポルトランドセメント 比重3.16比表面積3130 ^{cm²/kg}
混和材	フライアッシュ 比重2.22比表面積2780 ^{cm²/kg}
細骨材	荒川産川砂 比重2.60 粗粒率3.09
粗骨材	荒川産砂利 比重2.63 最大寸法150 ^{mm}
混和剤	減水剤
混練水	井戸水

表-3 配合条件

スランブ	0cm：振動転圧機が自由に走行できる目標値
単位セメント量	120kg/m ³ 以下：できるだけ少ない方がよい。これまでの研究実績から検討し決定
粗骨材粒度	最大寸法150 ^{mm} 連続粒度を基準とし、1部不連続粒度についても実施
f_p, f_m	1.0-1.6：理論的には1.0の場合に単位セメント量が最小になり理想的な経済配合といえることができるが、施工上ある程度の余裕が必要
水結合比	70% 80%：材令91日の圧縮強度が120kg/cm ² 以上であることを想定。1部90%についても実施

さらにコンクリート上面から外面バイブレータで締固めた。

3) 使用材料および配合

表-2に示す材料を使用し、40数種類の配合について試験を実施した。また、配合選定に当っては、この種のコンクリートの経済性、施工性、品質などを単純に表わすことができると思われる前述の β_p 、 β_m というパラメータを導入し、ダムコンクリートを想定して配合条件を表-3のとうり決定した。

3. 試験結果および考察

1) 骨材の実積率について

粗骨材単独の実積率は図-1に示すように β_1 要素の混合割合に大きく影響され、これが60%程度の場合にピークが現われている。 β_2 〜 β_5 要素の影響は比較的少ないが、その中では β_5 要素および β_2 要素(β_1 要素の少ない場合)の影響が比較的大きく、中間要素の少ない不連続粒度の方が実積率の大きくなる傾向を示した。

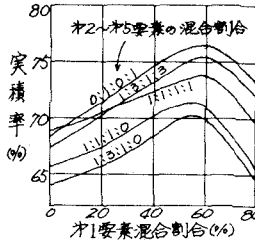


図-1 粗骨材の実積率

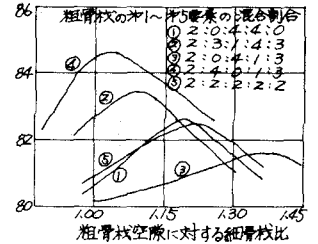


図-2 細骨材混合の実積率

粗骨材単独の場合より4〜12%増加し、粗骨材単独の実積率の大きいことが必ずしも有効でないことが判明した。特に β_5 要素を多くすることは逆効果となっている。また、図-2に示すように、細骨材の混合割合が増加するにつれて実積率も増大し、 $\beta_p = 1$ の場合の β_m が1.0〜1.4の範囲でピークが表れている。

2) 品質管理方法について

コンシステンシーの測定：前述の2方法はこの種のコンクリートのコンシステンシーの目安を示し得るものであると思われるが、試験機構の差により両者の試験値の示す意味が異なる。すなわち、改良型締固め係数はその測定が極めて容易であり、図-3に示すように単位水量との関係を単純に示すが、振動締固めによるワーカビリティを αB 値ほど明確には示し得ない。逆に αB 値は、単位水量との関係として単純には示し得ないが、振動締固めを実測しているのは強みである。

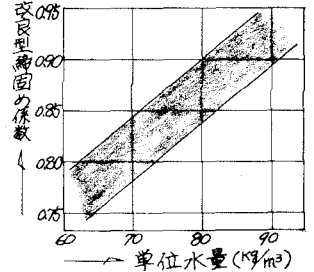


図-3 単位水量と締固め係数

空気量の測定：圧力法、容量法いずれを用いても測定できるようである。

圧縮強度試験：先に述べた方法により、コンシステンシーの極めて低いものを除けばほぼ完全に締固められることが明らかとなった。実施工との関係については別途検討を要すが、品質管理には使用できると思われる。

3) 配合と品質

コンクリートの練り上り状況や締固め状況および供試体の表面観察などから、今回の試験条件では、 $\beta_p = 1.2 \sim 1.4$ 、 $\beta_m = 1.15 \sim 1.3$ 程度が施工に相当であると思われる。この場合の締固め係数および αB 値はそれぞれ0.88〜0.9および10〜70秒である。また、単位セメント量が施工性に及ぼす影響は大きく、同一の単位水量の場合、単位セメント量の大きい方が少ないエネルギーで締固めることができる。なお、同一のコンシステンシーを得るためには β_m よりも β_p を増した方が効率よい傾向が現われており、試算によると、経済配合という観点からも有利である。骨材粒度の影響についてはあまり明確な差は生じなかったが、実積率の極めて大きい極端に不連続なものについては若干分離しやすい性状を示した。水結合材比の強度に及ぼす影響は図-4に示すとうりであり、水セメント比の法則が認められる。なお、水結合材比が同一の場合には単位セメント量が増大するほど強度の増進が遅くなる傾向がみられた。

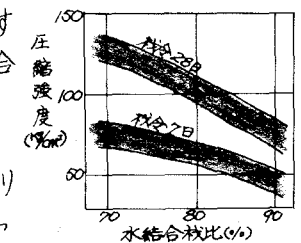


図-4 水結合材比と圧縮強度

4. あとがき

以上の調査は、本工法の実用化研究のうち主として低セメント量硬練りコンクリートの基本的な事項について室内試験的な検討を行なったものであり、これによって概略の目安はついたが、今後大規模工事に適用する上でさらに研究が必要である。