

V-543

吹付けコンクリートの気泡組織に関する一考察

フジタ 正会員 伊藤祐二 西村孝之
日本鉄道建設公団 正会員 北川修三 末永充弘

1. はじめに

筆者らは、吹付けコンクリートの施工性と品質の改善を目的として、種々の実験を行って来た。空気圧送およびポンプ圧送方式による実験研究の結果、コンクリートの細骨材の微粒分(0.15mm以下)含有量の増加、シリカフェュームの添加および減水剤の使用によって、施工に適した軟度・流動性を確保しつつ、フレッシュコンクリートの粘性を有効に活用することで、施工性と品質の向上が可能であることを確認している¹⁾。今回、吹付けコンクリートの品質改善を目的として、気泡組織観察を試みたので報告する。

2. 実験概要

施工実験は金田一トンネル(北)で実施し、コンクリートの練混ぜ方法は分割練混ぜ、吹付け方式は湿式、圧送方式はポンプ圧送とした。実験は配合で3ケースに分け各ケース2回づつ実施し、ここでは各ケース毎の平均値で示す。強度および気泡観察用の供試体はJSCE-F561-1994に従って作成したパネルより採取した。

表-1に実験ケースを示す。

表-1 実験ケース

ケース	種別
1	現行配合
2	現行配合+微粒分 15%
3	現行配合+微粒分 15%+シリカフェューム 45%

表-2 吹付けコンクリートの基本配合

スラング ¹⁾ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント比 ²⁾ (%)	細骨材 材率 (%)	単位セメント量 (kg/m ³)	材 料			
					急結剤 (C×%)	シリカフェューム ⁴⁾ (C×%)	LS ³⁾ (S×%)	AD ⁵⁾ (C×%)
6~8	3±1	60~65.8	60	360	7	0.5	2 ³⁾ , 15	軟度調整

*1: ケース1=65.8%、ケース2, 3=60%、*2: 外割添加、*3: 石灰石微粉末

*4: 細骨材微粒分量 2%、*5: 高性能 AE 減水剤

微粒分量と細骨材とを置換した。表-2に吹付けコンクリートの基本配合を示す¹⁾。

3. 気泡組織観察方法

コンクリートの気泡組織観察はASTM-C457-82(リニアトラバース法)を基本とした。この方法では吹付け前からコンクリート中に存在した気泡以外に、吹付け時にコンクリート中に閉じこめられた空隙も気泡として取扱うことになる。コンクリート中にあらかじめ存在した気泡が吹付けによってどう変化するかを検討するために、吹付けコンクリートの場合には、(a)空隙も気泡として取扱う方法(ASTM)および、(b)空隙を気泡として取扱わない方法(ASTM 準拠)の2つの場合について検討した。また、管理供試体は通常の打込みで作成し、吹付けによる空隙の生成が無いのでASTMでのみ観察した。

4. 実験結果および考察

コンクリートの単位ペースト量には配合による変化は小さく、35~37%の範囲であったが、吹付けによるリバウンドのためコア供試体の単位ペースト量が明らかでない。そこで、気泡の平均弦長を図-1に比較する。コア供試体の平均弦長は管理供試体の場合と比べて小さくなる傾向が認められた。さらに、平均弦長は配合にかかわらず管理(ASTM)

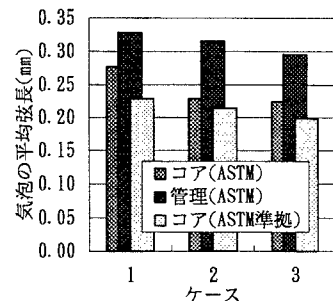


図-1 気泡の平均弦長の比較

キーワード: 吹付けコンクリート、気泡組織、耐凍結融解性、強度

連絡先: 〒224 横浜市都筑区大瀬町 74 TEL. 045-591-3911 FAX. 045-592-5816

〒100 千代田区永田町 2-14-2 TEL. 03-3606-1891 FAX. 03-3606-1860

>コア(ASTM)>コア(ASTM 準拠)の順となっており、吹付けにより大径の気泡が消滅したことが推定される。

図-2に気泡観察による空気量の比較を示す。管理(ASTM)の空気量が配合によらず4%程度であるのに対して、コア(ASTM)の空気量は管理(ASTM)の場合と比べて大きくなる傾向が認められ、空隙の生成を示している。空気量の増加は配合によって異なるが、2%~5%程度であった。また、コア(ASTM)の空気量は粉体量の増加に伴いケース3ほど小さくなっている。一方、コア(ASTM 準拠)の空気量は管理(ASTM)の場合とそれほど変わらず、最大で1%程度の変化であった。コア(ASTM)と管理(ASTM)の空気量の差が吹付け時に生成された空隙であるので、これによる吹付けコンクリートの強度低下も無視できない。セメント空隙比説によると、コンクリート中の空気量が1%増加するごとに、圧縮強度は5%程度低下すると言われているので、空隙による強度低下はケース1、2、3の場合でおおの、25、20、10%程度となる。

図-3および4に気泡径分布の観察結果を示す。これらの図より以下のことが言える。

①吹付けによって、直径0.5mm以上の比較的大きな気泡の度数が減少する。②吹付けによっても、直径0.2mm未満の比較的小さい気泡の度数は増加する傾向を示す。

すなわち、比較的大径のエントラップトエアは吹付け時の衝撃によって減少するが、AE剤によって連行された比較的小径の気泡は吹付け時の衝撃によっても消滅しにくいと推定され、良質なAE剤の使用によって吹付けコンクリートの耐凍結融解性を向上させ得ることを示唆している。

図-5に各ケースにおけるコアと管理供試体強度の比較を示す。材齢28日における強度比は0.6~0.7と、一般に言われている範囲を示した。また、吹付けにより生成された空隙による強度低下率を図-2より推定したが、この値以上にコア供試体強度が低下していることから、施工時の養生や急結剤添加の影響が大きいことが伺える。

5. おわりに

吹付けコンクリートの品質改善を目的として気泡組織観察を行った。その結果、比較的大径のエントラップトエアは吹付け時の衝撃によって減少するが、AE剤によって連行された比較的小径の気泡は吹付け時の衝撃によっても消滅しにくいと推定され、良質なAE剤の使用によって吹付けコンクリートの耐凍結融解性を向上させ得ると思われた。

<参考文献>

1)例えば、伊藤祐二ほか：分割練混ぜで製造された吹付けコンクリートの高品質化，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集，第Ⅲ部門-B，pp.136-137，1996

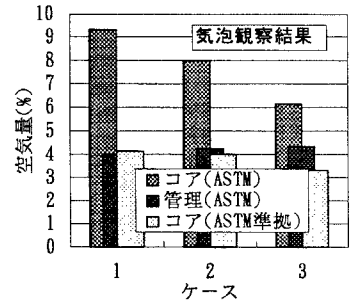


図-2 空気量の比較

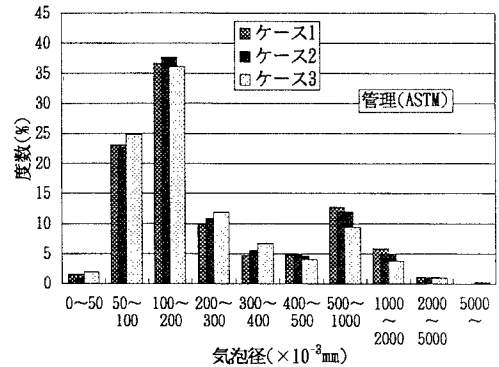


図-3 管理供試体の気泡径分布

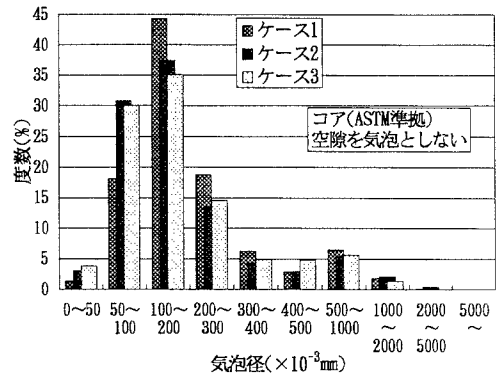


図-4 コア供試体の気泡径分布

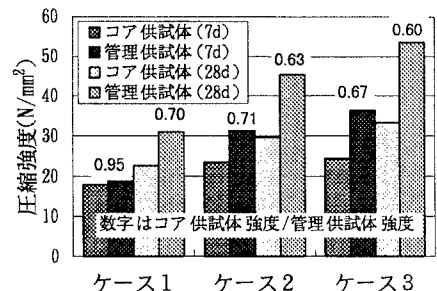


図-5 コアと管理供試体強度の比較