

V-327 施工の各種要因が増粘剤を用いた高流動コンクリートに及ぼす影響

本間組土木本部技術部 正会員 奥村 雄二
 若築建設土木本部技術部 正会員 藤村 貢
 東亜建設工業技術研究所 正会員 守分 敦朗
 運輸省港湾技術研究所 正会員 濱田 秀則

1. はじめに

建築の打放し構造物や土木構造物では、構造物表面の美観が問題となることが少なくない。高流動コンクリートは、脱型面に気泡が残りやすいことが多くの施工事例等で報告されている。しかし、型枠材質や打込み高さ等施工の各種要因が、高流動コンクリート構造物の表面状態に及ぼす影響について定量的に述べた事例は少ない。本実験は、増粘剤を用いた高流動コンクリートを対象とし、型枠材質、はく離剤の種類および打込み高さが脱型面の表面状態に及ぼす影響を確認したものである。また、気泡の発生を抑制する方法として振動機による加振を行い、表面状態に及ぼす加振の効果と材料分離に関する影響を定量的に検討した。

2. 実験概要

2-1 試験体 型枠材質、はく離剤の種類および打込み高さが表面状態に及ぼす影響を確認するための試験体（以下A試験体という）を図-1に示す。A試験体は普通合板製3基、化粧合板製1基、鋼製1基の計5基を製作した。加振が表面状態に及ぼす効果と材料分離に関する影響を確認するための試験体（以下B試験体という）を図-2に示す。B試験体は鋼製としケース毎に1基ずつ計5基製作した。

2-2 実験計画 A試験体を用いた実験内容を表-1、B試験体を用いた実験内容を表-2に示す。コンクリートはレディーミクストコンクリート工場で製造し、通常のコンクリートはアジテータ車のシュートによる直接打設、高流動コンクリートはポンプ車によるブーム打設とした。A試験体のIV型については足場材によって筒先を固定し、打込み高さ（ $h=3.0\text{m}$ ）を確保した。また、B試験体への加振は、コンクリートの天端中心から内部振動機（ $\phi 40$ ）を挿入し、振動体を試験体中心に固定して行った。

2-3 コンクリート配合とフレッシュコンクリート試験 使用材料を表-3に示す。コンクリート配合およびフレッシュコンクリート試験結果を表-4に示す。なお、高流動コンクリートの試料は筒先で採取した。

2-4 試験項目 表面状態の評価は、脱型面の気泡面積率によって行った。気泡面積の測定は1側面当たりA試験体が6箇所（縦2列×横3列）、B試験体が3箇所（上、中、下）とし、気泡の大きさは $\phi 1\text{mm}$ 以上を測定対象とした。なお、1箇所当たりの測定区画は縦 10cm ×横 15cm とした。加振の材料分離に関する影響の評価は、コア供試

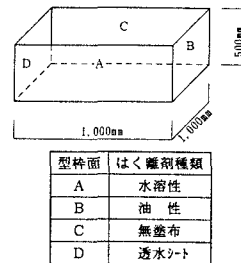


図-1 A試験体

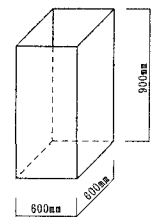


図-2 B試験体

表-1 A試験体実験内容

試験体名称	型枠材質	コンクリートの種類	打込み高 (m)	振動機有無
I型	普通合板	高流動	1.0	無
II型	化粧合板			
III型	メタルフォーム			
IV型	普通合板	通常	3.0	有
V型			1.0	

表-2 B試験体実験内容

実験Case	種類	振動機加振時間 (sec)
1	高流動	無
2	棒状	30
3		60
4	通常 ($\phi 40$)	随時

表-3 使用材料

セメント	高炉セメントB種 比重:3.04 比表面積:3780 cm^2/g
粗骨材	宝塚産 最大寸法:20mm 比重:2.63 F.M.:6.40
細骨材	海砂 大粒島産 比重:2.54 混合率:1.28% F.M.:2.60
海砂:砕砂	宝塚産 比重:2.60 =7:3 砂 吸水率:0.99% F.M.:2.92
増粘剤	低界面活性型水溶性シリコーン系 2%水溶液粘度 10,000cp
減水剤	ポリカルボキシル酸ナトリウム系 と架橋型リマ複合

体（縦抜きφ10cm×90cm）表面の粗骨材率によって行った。コア供試体の採取は、コンクリート水平断面中心部および隅角部の計2本とした。粗骨材率の測定は、コア供試体1本当たり3箇所（上、中、下）とし、測定区画は1箇所当たり長さ20cm×円周とした。

3. 実験結果

3-1 型枠材料とはく離剤の種類による影響

図-3にA試験体脱型面の気泡面積率を示す。

打込み条件が等しいⅠ型～Ⅲ型とⅤ型を比較する。型枠材質が普通合板であるⅠ型とⅤ型については、油性はく離剤以外は気泡面積率が0.0～1.4%でありほぼ同等な値となっている。しかし、油性はく離剤の場合は、Ⅴ型が0.1%であるのに対してⅠ型は6.8%となっており顕著な差が見られる。化粧合板のⅡ型は、油性はく離剤の場合が9.7%、水溶性はく離剤の場合が1.8%であり、他の実験結果に比べて最も大きな気泡面積率を示している。鋼製型枠のⅢ型は、油性はく離剤の場合が7.5%であり、普通合板のⅠ型より大きな気泡面積率を示したが、その他の場合はほぼ同等な結果となっている。一方、油性はく離剤を高流動コンクリートに使用した場合の気泡発生量は、水溶性はく離剤を使用した場合の6～12倍となっており、その傾向は化粧合板型枠を用いた場合により顕著である。また、透水シートを用いた脱型面の気泡面積率は、型枠材質に係わらず極端に低くかった。

3-2 打込み高さによる影響 A試験体のⅠ型とⅣ型は、コンクリートの種類と型枠材質が等しくコンクリートの打込み高さが異なり、それぞれⅠ型が1.0m、Ⅳ型が3.0mである。図-3からⅠ型とⅣ型の気泡面積率は、全ての脱型面においてほぼ同等な値を示している。

3-3 加振による影響 図-4にB試験体による実験ケースの気泡面積率を示す。ケース1（加振無し）に対する気泡面積率は、ケース2（加振30秒）が97%、ケース3（加振60秒）が78%、ケース4（通常のコンクリート・加振随時）が86%である。以上からケース2では加振の効果が殆ど見られないが、ケース3では通常のコンクリートと同等以下に表面気泡量を減じる効果が確認できる。ただし、データ量が少ないため、加振の効果を定量的に評価するには更なるデータの蓄積が望まれる。図-5に各実験ケースのコア供試体の上部、中間部、下部における粗骨材率と平均値との比を示す。これからは、加振の影響による材料分離と考えられるような傾向は認められない。

4. まとめ

本実験の結果、増粘剤を用いた高流動コンクリートの施工について以下のことが明らかになった。(1)高流動コンクリートに油性はく離剤および化粧合板を用いた場合、表面気泡量が多くなる。(2)普通合板および鋼製型枠を使用した場合の気泡発生量は、油性はく離剤を用いた場合以外は、通常のコンクリートと同等である。(3)透水シートを用いた場合、表面気泡量は極端に低下する。(4)打込み高さや脱型面の気泡面積率との間に明確な関係は認められなかった。(5)振動機による加振は、表面気泡量を抑制する効果が認められた。なお、本稿は「省力化施工・高信頼性コンクリート研究会」として、運輸省港湾技術研究所と民間企業11社で進めている研究成果の一部である。

表-4 コンクリート配合およびフレッシュコンクリート試験結果

配合&試験結果	W/C	S/a (%)	空気量 (%)	スランプおよびスランプフロー	スランプフロー50cm到達(sec)	Vボート
高流動	44.5	49.8	4.5	74.5*76.0	4.2	8.0
通常	53.9	45.0	6.9	4.0	—	—

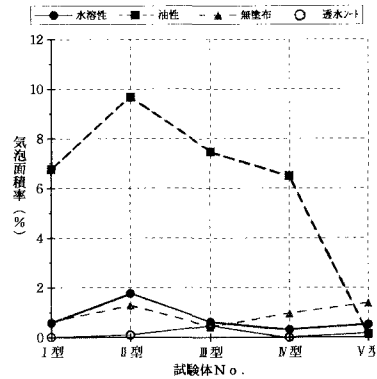


図-3 型枠材料と気泡面積との関係

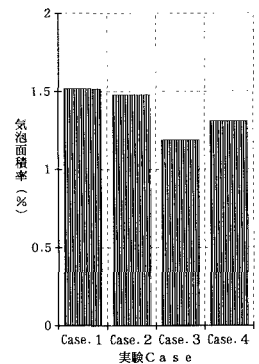


図-4 加振と気泡面積の関係

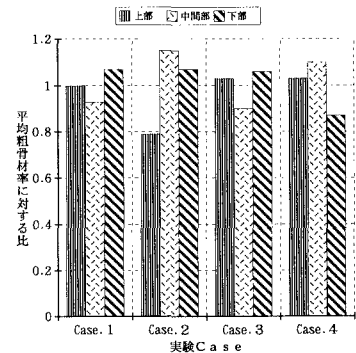


図-5 加振の材料分離に関する影響