

V-188

可視化実験による高流動コンクリートの間隙通過時の施工性判定

清水建設技術研究所 正会員 浦野真次
 徳島大学 工学部 正会員 橋本親典
 群馬大学 工学部 正会員 辻 幸和
 群馬大学 工学部 正会員 杉山隆文

1. はじめに

高流動コンクリートのコンシステンシー試験として提案されているV漏斗試験は、一部の配合を除き、実施工における充填性やさらには局所的な間隙通過時の挙動との関係が明らかになっていないことが指摘されている¹⁾。著者らは、可視化実験や流動解析を用いた施工設計の確立を目的として、モデルコンクリートによる可視化実験を用いて、実施工を模擬した型枠内における高流動コンクリートの流動挙動と各種コンシステンシー試験装置内における流動挙動の関係について、定量的な検討を行ってきた²⁾。その結果、スラブ状の型枠内で流動する高流動コンクリートでは、平均で1.0/sのレベルのせん断ひずみ速度であるのに対し、V漏斗試験装置内では平均で10/sのレベルのせん断ひずみ速度が発生していることを明らかにした。

本研究では、V漏斗試験の可視化実験により得られた流下時間およびせん断ひずみ速度の結果から、実施工における高流動コンクリートの間隙通過時の施工性の良否を判定するための指標について検討を行ったものである。

2. 実験概要

使用したモデルコンクリートは、固液2相系モデルとし、モデル粗骨材として人工軽量粗骨材（最大寸法20mm、比重1.66、F.M.6.57、実積率63.9%）を用い、モデルモルタルとして高吸水性高分子樹脂溶液（比重1.0）を用いた。着目トレーサ粒子として、発泡スチロール粒子（平均粒径2.5mm、比重0.02）を少量混入した。モデル高流動コンクリートの基本配合は、V漏斗流下時間=10秒を目標に決定した。このため、モデルモルタルの配合は、高吸水性高分子樹脂の添加量を3.5g/lとして調節した。モデルコンクリートは、モデル粗骨材とモデルモルタルの容積比（以下、 V_g/V_m ）を0.4、0.5、0.6の3種類とした。

図-1に、V漏斗試験装置のモデルの形状・寸法を示す。すべて透明なアクリル樹脂製である。V漏斗試験は、モデルコンクリートが全量流出するまでの時間を測定し、同時に図に示す可視化領域を撮影した。

流動挙動の定量的指標は、図に示す可視化領域の着目トレーサ粒子群の鉛直方向に関する2次元挙動に対し、ひずみロゼット法を適用して算出した最大せん断ひずみ速度である。算出方法の詳細は、既報²⁾を参照されたい。

3. 実験結果および考察

図-2に、 V_g/V_m を変化させた場合のV漏斗試験における最大せん断ひずみ速度の0.5秒間隔ごとの平均値の経時変化を示す。なお、モデルコンクリートでも実際のコンクリートと同様に、 V_g/V_m が大きくなるにしたがってV漏斗流下時間は増加し、 $V_g/V_m=0.4, 0.5, 0.6$ の順にそれぞれ4.1, 6.1, 12.0秒であった。発生する最大せん断ひずみ速度は、配合により経過時間に伴う発生状況が異なり、 V_g/V_m が大きくなるに従い、最大せん断ひずみ速度の平均値は減少する傾向となった。すなわち、V漏斗流下時間が大きいものほどV漏斗試験装置内で発生するせん断ひずみ速度が小さくなることが確認された。

可視化実験によって得られたV漏斗試験装置内で発生したせん断ひずみ速度と実施工における高流動コンクリートの流動挙動の関係について、図-3に示す高流動コンクリートのコンシステンシー曲線上のせん断応力—せん断ひずみ速度の関係を用いて考察する。V漏斗試験において発生するせん断ひずみ速度のレベルを $\dot{\gamma}_v$ とすると、これに対応するせん断応力は τ_v となる。一方、既報²⁾の実験結果から、スラブ状型枠内を自重で流動する高流動コ

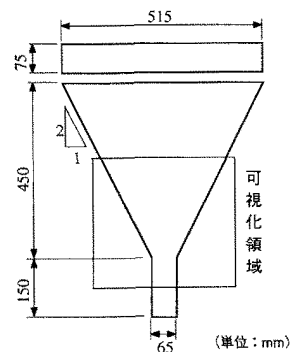


図-1 V漏斗試験装置

Key Words：V漏斗試験、可視化実験、せん断ひずみ速度、高流動コンクリート

連絡先：〒135-8530 江東区越中島3-4-17, Tel. 03-3820-5514, Fax. 03-3820-5955

ンクリートに発生するせん断ひずみ速度のレベルはV漏斗試験の場合よりも小さく、 $\dot{\gamma}_s$ となり、これに対応するせん断応力は τ_s となる。したがって実際の型枠内での流動は、 $(0,0) \rightarrow (\tau_y, 0) \rightarrow (\tau_s, \dot{\gamma}_s)$ までの領域であるのに対し、V漏斗試験内のコンクリートは、 $(0,0) \rightarrow (\tau_y, 0) \rightarrow (\tau_s, \dot{\gamma}_s) \rightarrow (\tau_v, \dot{\gamma}_v)$ までの領域であり、せん断ひずみ速度が大きな変形領域を含む領域である。これ以上の

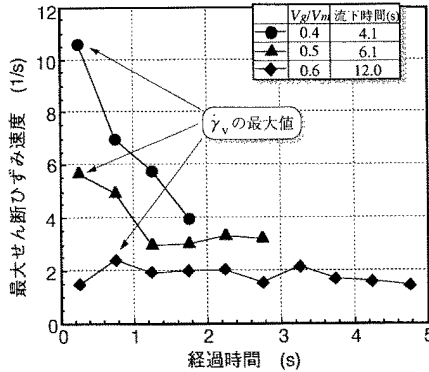


図-2 V漏斗試験の最大せん断ひずみ速度

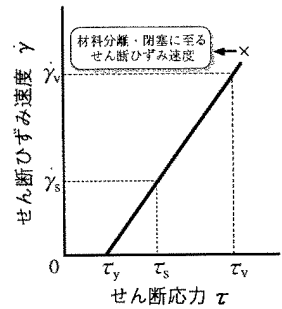


図-3 流動中の高流動コンクリートのせん断応力—せん断ひずみ速度の関係

大きなせん断ひずみ速度の変形領域では、高流動コンクリートは材料の均一性が保てない、あるいは粗骨材がアーチングを起こすなどの理由により³⁾、材料分離や閉塞が発生すると考えられる。そこで、高流動コンクリートが実施中に自重で流動する際、V漏斗試験内で発生するせん断ひずみ速度 $\dot{\gamma}_v$ を強制的に上回るせん断ひずみ速度を与えられた流動の場合に材料分離・閉塞の危険度が著しく上昇すると仮定し、暫定的に限界点であると仮定した $\dot{\gamma}_v$ とV漏斗流下時間と関係付けることにより、間隙通過時の施工性の良否を判定するための指標を得られるものと考えた。

V漏斗流下時間 T_v と図-2に示すせん断ひずみ速度 $\dot{\gamma}_v$ の経時変化における最大値の関係を図-4に示し、この図を用いる間隙通過時の施工性の良否の判定フローを図-5に示す。図-4に示すように、V漏斗流下時間が著しく小さい場合は、せん断ひずみ速度が無限大に近づき、大きい場合には零に漸近すると考えられることから、図中の双曲線(1)で近似した。精度には問題があるものの、試験練りにより得られたV漏斗流下時間から得た限界の $\dot{\gamma}_v$ と高流動コンクリートを均一なモデルで仮定した可視化実験あるいは流動解析の結果から得たせん断ひずみ速度分布の最大値 $\dot{\gamma}_s$ を比較して照査する図-5のフローにより、間隙通過時の施工性の良否を判定することができると考えられる。今後は、実際に材料分離・閉塞に至る限界のせん断ひずみ速度の精度向上について検討を行う予定である。

4. まとめ

本研究は、V漏斗試験の可視化実験により得られた流下時間およびせん断ひずみ速度の結果から、高流動コンクリートの間隙通過時の施工性の良否を判定するための指標について考察した。

[参考文献]

- 1) 岡村甫・小澤一雅：自己充填コンクリートの配合設計方法の現状と課題，土木学会論文集，No.496/V-24，pp.1-8，1994.8
- 2) 浦野真次・橋本親典・辻幸和・杉山隆文：可視化実験手法による高流動コンクリートの流動性評価に関する基礎的研究，土木学会論文集，No.585/V-38，pp.163-174，1998.2
- 3) 村田二郎，岡田清：フレッシュコンクリートのレオロジー・コンクリートの弾性とクリープ，山海堂，pp.43-51，1970.

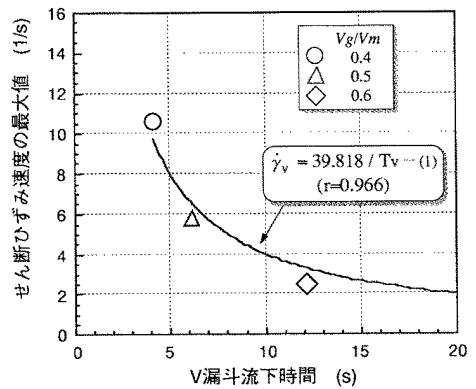


図-4 V漏斗流下時間とせん断ひずみ速度の最大値の関係

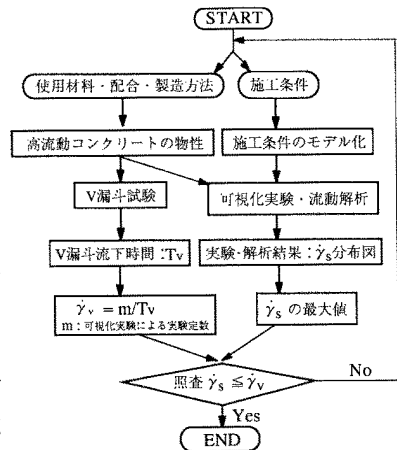


図-5 V漏斗および可視化実験による施工性検討のフロー