

V-11

ボックス形充てん装置を用いたコンクリートの振動締固め性能評価の検討

秋田大学 学 ○柏崎 健輔 学 小沼 寛享
正 加賀谷 誠 正 大野 誠彦

1. はじめに

配筋が過密化傾向にある最近のコンクリート構造物の長寿命化を図るためには、施工過程におけるコンクリートの締固め性能を評価する必要がある。

本研究では、高流動コンクリートの間隙通過性を評価するボックス形容器の充てん装置に加速度計を装着したものをを用いて、内部振動機による締固め実験を行った。その結果より既往の研究¹⁾で得られた実験式を検証するとともに、過密な配筋に対してスランブを増大させた場合の締固めに要するエネルギーや材料分離程度について検討を加えた。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

普通ポルトランドセメント
(密度: 3.16g/cm³)、天然樹脂
酸塩を主成分とする AE 剤、混

合砂 (表乾密度: 2.58 g/cm³、吸水率: 3.03%、粗粒率: 2.72) および碎石 (表乾密度: 2.68g/cm³、吸水率: 1.34%) を使用した。W/C=55%、目標スランブ 8cm、目標空気量 6%を基準として、過密な配筋に対応させて目標スランブ 12cm のコンクリートも製造した。表-1 に示方配合を示す。容量 50 リットルの強制練りミキサを用いて、練混ぜ時間を 90 秒間としてコンクリートの製造を行い、スランブおよび空気量試験を行った後に、振動締固めによる鉄筋間隙通過性試験を行った。

2.2 間隙通過性試験

高流動コンクリートの間隙通過性試験に用いるボックス形容器の充てん装置を使用し、振動締固め試験を行った。フレキシブル形内部振動機を用いてスランブ (以下 SL) や配筋条件を変えた 5 種の試験を行った。図-1 に試験装置概略図を示す。充てん装置のランク 3~1 (R3~R1) は、配筋条件が緩い場合、通常の場合、および厳しい場合に相当し、SL=8cm においては、R3、R2 および R1、SL=12cm においては R3 および R1 を用いて、振動締固めによりコンクリートを A 室から B 室へ流動させた。

内部振動機を A 室の仕切りゲートの近傍に挿入し、加速度を計測した。計測の際に記録された 0.1 秒毎の最大加速度と最小加速度の中で絶対値の大きい方の加速度が 0.1 秒間持続したものととして、これを締固め時間で積分して累積加速度とした。累積加速度を十分締固められたと判定した後の試料容積で除したものを単位容積累積加速度 (以下 AU とする) とした。AU は、十分に締め固まるまでに要する相対的なエネルギーであり、締固めの難易さ (施工速度) を示す。締固め判定は、透明アクリル板を通して目視により行った。また、締固め後に A、B 室それぞれの試料について 5mm ふるいを用いて洗い分析試験を行い、材料分離程度 (以下 Sg とする) を以下に示す (1) 式で評価した。

3. 実験結果および考察

この試験装置を用いて試験した場合に得られる十分に締め固まるまでの振動時間 t と単位容積累積加速度 AU の間の実験式は (2) 式となる。これを検証するため本研究で得られた結果を図-2 に示す。図より、両者の間には直線関係が存在することが検証された。また、既往の研究で得られた実験式における AU と実測値の最大の差は 30m/s/l であった。次に、試験により得られた AU を用いて、鉄筋間隙通過抵抗性 Sr を (3) 式より求めた場合、材料分離程度 Sg との間の実験式は (4) 式となる。これを検証する

表-1 コンクリートの示方配合

配合	Gr _{max} (mm)	SL (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
						W	C	S	G			AE
									5~10	10~15	15~20	
1	20	8±1	55	6±1	45.3	172	313	782	392	491	98	0.187
2		12±1				180	327	769	385	481	96	0.196

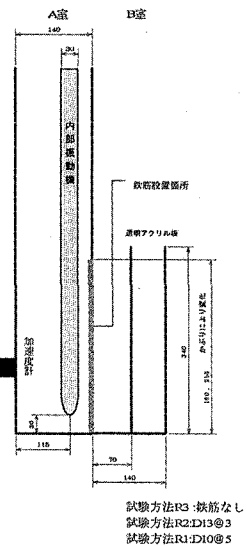


図-1 試験装置概略図

$$S_g = \frac{(G/C)_A - (G/C)_B}{(G/C)_0} \times 100 \quad (1)$$

ここで Sg: 材料分離程度 (%)

(G/C)_A: A室の粗骨材表乾質量とA室のコンクリートの質量比

(G/C)_B: B室の粗骨材表乾質量とB室のコンクリートの質量比

(G/C)₀: 示方配合の単位粗骨材量とコンクリートの単位容積質量の比

ため本研究で得られた結果を図-3に示す。図より両者の間には直線関係が存在することが検証された。また、実験式における S_g と実測値の最大の差は2%であった。

図-4および5に $SL=8\text{cm}$ においてかぶりを70mmとして $R1, R2, R3$ を用いた時の単位容積累積加速度 AU および材料分離程度 S_g の比較を示す。 $R1$ から $R3$ へ配筋条件が緩くなるほど AU は減少し、締固めに要するエネルギーが減少することがわかる。十分に締め固まるまでの締固め時間はそれぞれの配筋条件において14.9, 10, 5.6秒であった。また、これに対応する S_g は、配筋条件が緩くなるほど減少し、条件の厳しい場合、鉄筋間隙を通過する際に粗骨材粒子の閉塞に伴う材料分離が発生すると考えられる。このような場合に対して、スランブを増大させることがあるが、これを想定して AU および S_g の比較を行った。

図-6および7にかぶりを70mmとして $R1$ を用いた時、 $SL=8$ および 12cm における AU および S_g の比較を示す。スランブを8から12cmに増加すると AU は若干減少することがわかる。十分に締め固まるまでの締固め時間はスランブ8と12cmにおいて14.9と13.1秒と大きな差は認められなかった。また、これに対応する S_g は、スランブを12cmに増加することによって増加するのであって、配筋条件が厳しい場合、スランブを増加しても締固めに要するエネルギーは大きく減少せずに材料分離程度が増加する場合があることがわかった。

4. まとめ

- (1) 十分に締め固まるまでの締固め時間 t と単位容積累積加速度 AU の間に直線関係が存在する。既往の研究で得られた実験式から得られる AU と実測値との差は最大30 (m/s/l) であった。また、鉄筋間隙通過抵抗性と材料分離程度の上に直線関係が存在する。既往の研究で得られた実験式と実測値の材料分離程度の差は最大2(%)程度であった。
- (2) 過密な配筋の場合、一般的な配筋よりも単位容積累積加速度と材料分離程度は大きくなる。このためスランブを増大しても、材料分離程度は増加するため、鉄筋間隙を広げる等の対処が必要となる。

参考文献

- 1) 加賀谷誠, 大野誠彦: ボックス形充てん装置を用いた振動加速度計測による普通コンクリートの締固め性能評価, 土木学会論文集, No.788/V-67, 1-11, 2005.5

$$AU = 6t(s) - 11 \quad (2)$$

AU : 単位容積累積加速度

t : 締固めに要した時間

$$Sr = \frac{AU_{R2} - AU_{R3}}{AU_{R3}} \times 100 \text{ または } Sr = \frac{AU_{R1} - AU_{R3}}{AU_{R1}} \times 100 \quad (3)$$

ここで Sr : 鉄筋間隙通過抵抗性 (%)

AU_{R3} : 試験R3で測定される単位容積累積加速度(m/s/l)

AU_{R2} : 試験R2で測定される単位容積累積加速度(m/s/l)

AU_{R1} : 試験R1で測定される単位容積累積加速度(m/s/l)

$$Sg = 0.13Sr + 0.71 \quad (4)$$

ここで Sg : 材料分離程度 (%)

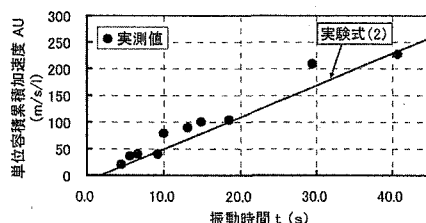


図-2 振動時間と単位容積累積加速度の関係

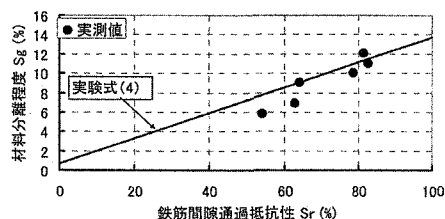


図-3 鉄筋間隙通過抵抗性と材料分離程度の関係

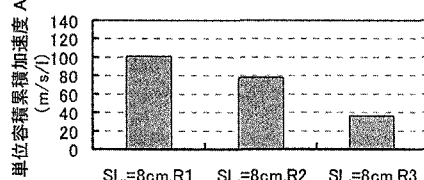


図-4 配筋条件の違いによる AU の比較

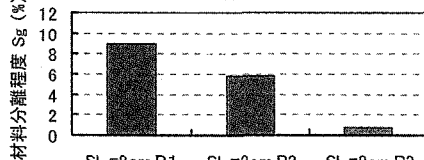


図-5 配筋条件の違いによる S_g の比較

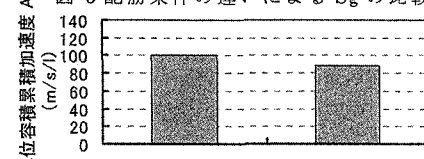


図-6 スランブの違いによる AU の比較

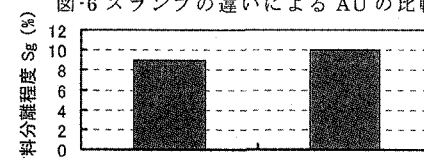


図-7 スランブの違いによる S_g の比較