普通コンクリートの振動締固め性能の測定に基づくかぶり部の耐凍害性評価

秋田大学大学院　学生会員　○陳　暁煒
秋田大学　フェロー　加賀谷　誠
鹿島建設（株）　小沼　寛享

１．はじめに

かぶりコンクリートの品質は,構造物の耐久性を左右するため,施工性能を適切に評価して構造物の施工における品質変動を制御する必要がある。本研究では振動締固めによるコンクリートの鉄筋間隙通過し容易さおよび材料分離程度を測定し，その結果に基づきかぶりコンクリートの耐凍害性について検討を加えた。

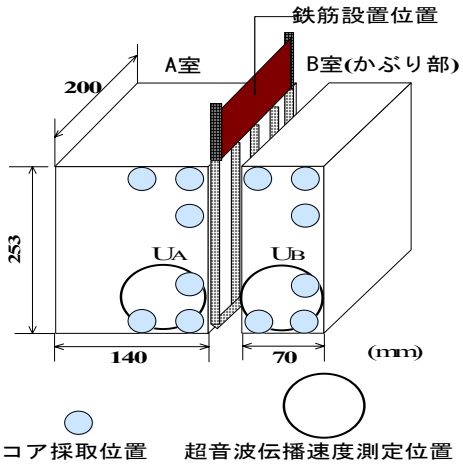
２．実験概要

普通セメント(密度 3.16g/cm^3)，AE 剤，混合砂(表乾密度 2.57g/cm^3，吸水率 3.16%，粗粒率 2.73)および砕石(表乾密度 2.68g/cm^3，吸水率 1.34%)を使用した。W/C=55%，目標スランプ 8 および 12cm，目標空気量 6%のコンクリートを製造した。表－1 に示方配合を示す。

配合名	最大寸法 (mm)	SL. (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m^3) 水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤 (kg/m^3)
8	20	8±1	55	6±1	45.3	172	313	782	981	0.187
12	20	12±1	55	6±1	45.3	180	327	769	962	0.196

表－1 示方配合

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(かぶり 70mm)を使用し，フレキシブル内部振動機(振動数 180Hz)を用いた振動締固め試験を行った。充てん装置のランク 3~1(R3~R1)は配筋が無い場合，通常の場合および厳しいに相当し，これらの条件を用いて，振動締固めによりコンクリートをかぶり部へ流動させた。その際、伝播する振動加速度を計測し，それを締固め時間で積分して累積加速度とした。十分締め固められたと判定した後の試料容積で累積加速度を除したものを単位容積累積加速度(以下 *AU*)とした。また、締固め直後に洗い分析試験を行い，粗骨材の材料分離程度(以下 Sg)を評価した。

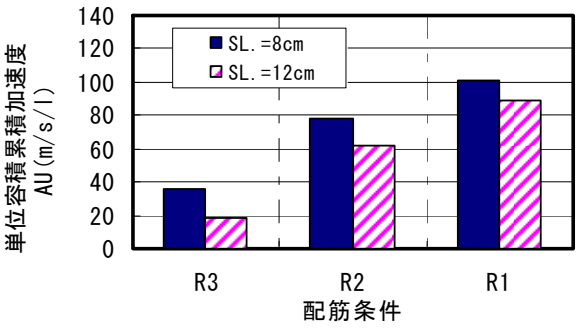


図－1 供試体の概略図

ボックス形充てん装置の内側寸法と等しい木製型枠を作製し，供試体の作製を行った。図－1 にコンクリート供試体概略図を示す。材齢 12 日目に小径コア(直径 25mm，長さ 200mm)を採取した。小径コアを長さ 45mm 程度に成形し，材齢 14 日目で JISA1148A 法に準じを凍結融解試験に用いた。150 サイクルまで試験を行った後，圧縮強度試験を行った。

３．結果と考察

図 2 および 3 に異なる配筋条件で締固めた場合の単位容積累積加速度 *AU* および材料分離程度 Sg の比較を示す。*AU* は，配筋条件が厳しくなるほど増加し，十分な締固めに要するエネルギーが増加すること，スランプが小さいほどこれが顕著であり，スランプを 12cm に増加した場合，配筋が密になると 8cm の場合との差が減少することがわかる。また，Sg も配筋条件が厳しくなるほど増加し，コンクリートが鉄筋間隙を通過する際に粗骨材粒子の閉塞が発生すると考えられる。また，Sg は，

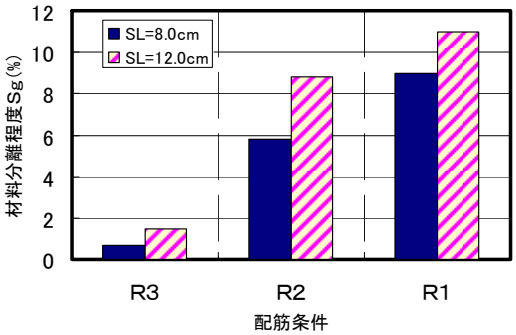


図－2 配筋ごとの単位容積累積加速度の比較

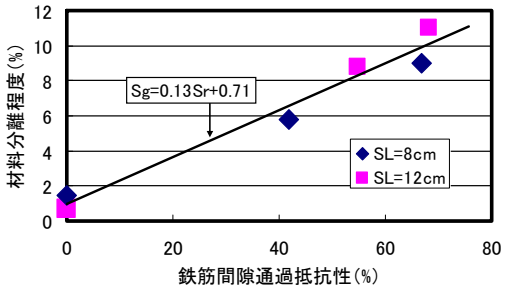
スランプを 8 から 12cm に増加することにより増加したことから，配筋条件が密な場合，スランプを増加するとかぶり部にコンクリートが充てんしにくくなり，締固めに要するエネルギー大きく減少せず，かぶり部に単位粗骨材量が少なく，単位水量の多いコンクリートが充てんされると考えられる。

図 4 に単位容積累積加速度 AU により算出した鉄筋間隙通過抵抗性と材料分離程度の関係を示す。配筋条件 R1 のときの鉄筋間隙通過抵抗性は $(AU1-AU3)/AU1\times100(\%)$ で示される。$AU1$ は配筋条件 R1 のときの単位容積累積加速度であり，鉄筋間隙通過抵抗性は，鉄筋間隙を通過させるのに要する相対的エネルギーの割合を示す。図より，試験値は実験式[1)]付近にプロットされることがわかる。以上の結果から，鉄筋間隙通過抵抗性が大きいほど材料分離程度が大きくなり，試験によりおよそ材料分離程度を予測できる。

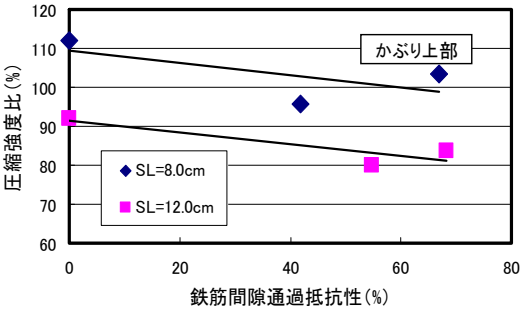
図 5 にかぶり上部の圧縮強度比と鉄筋間隙通過抵抗性の関係を示す。圧縮強度比は，凍結融解試験終了後と開始前の圧縮強度の比を示す。図より，鉄筋間隙通過抵抗性の増加に伴い，コンクリートかぶり上部の圧縮強度比が小さくなった。これは，配筋条件が厳しくなることにより，材料分離程度も大きくなり，かぶり部に粗骨材が少ないコンクリートが充てんされ，かぶり上部の耐凍害性が低下したと考えられる。また，SL=8 cm のほうが SL=12cm の圧縮強度比より約 20%大きいことから単位水量少ない方がかぶり部に材料分離の発生がしにくく，耐久性が保持されると考えられる。



図―3 配筋ごとの粗骨材の材料分離程度の比



図―4 材料分離程度と鉄筋間隙通過抵抗性の関



図―5 圧縮強度比鉄筋間隙通過抵抗性の関係

4．まとめ

(1)配筋が過密になるにつれて単位容積累積加速度と材料分離程度は増加し，スランプを増大させた場合，締固めに要するエネルギーは大きく減少せず，材料分離程度が増加する傾向を示す。

(2)単位容積累積加速度を用いて算出される鉄筋間隙通過抵抗性は，材料分離程度と高度の正の相関関係があり，かぶり部分まで十分に締固める時に発生する粗骨材の材料分離程度をおよそ把握できる。

(3)鉄筋間隙通過抵抗性が増加するほどかぶりコンクリートの耐凍害性は低下し，スランプを増加するほどこれが顕著となった。

参考文献

1)加賀谷誠，大野誠彦：土木学会論文集，No.788/V-67，pp.1-11，2005

2)小沼寛享　他：コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.1，2007