

V-210 転圧コンクリートの空隙構造と耐凍害性

北見工業大学大学院 学生員 須藤 裕司
 北見工業大学工学部 正会員 鮎田 耕一
 北見工業大学工学部 正会員 桜井 宏
 北見工業大学工学部 正会員 猪狩平三郎

1. はじめに 超硬練りコンクリートを、ローラ転圧により締固めて舗装に用いる転圧コンクリート舗装（RCCP）は、従来のコンクリート舗装と比べて施工期間が短いなどの特徴があり近年施工実績が増加している。しかし、転圧後のコンクリート中に残存する空隙が耐凍害性を低下させる場合があることが指摘されている¹⁾。そこで、本研究では転圧コンクリート（RCC）の空隙構造を画像解析により詳細に求め、それと耐凍害性の関係を検討した。

2. 実験方法 (1)使用材料と配合：セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は海砂（比重2.58、吸水率1.52%）、粗骨材は砕石2005（比重2.80、吸水率1.37%）、混和材料としてフライアッシュとAE剤を用いている。コンクリートの配合を表-1に示した。

表-1 コンクリートの配合

| 単位量 (kg/m ³) | | | | |
|--------------------------|------|------|-----|---------|
| 水 | セメント | 細骨材 | 粗骨材 | フライアッシュ |
| 114 | 295 | 1090 | 897 | 105 |

(2)供試体：日本道路協会「転圧コンクリート舗装技術指針(案)」²⁾に準じて施工された舗装厚20cmのRCCPから、図-1に示すように上下2層（上層、下層）に分けて、10×10×40cmの角柱供試体を切り出した。また、試験室でRCCと同じ配合で同指針付録6の「曲げおよび圧縮強度試験用供試体の作製方法」に準じて供試体（以下、品質管理用供試体）を作製した。RCCPおよび品質管理用供試体は、いずれも材令3日まで湿潤養生を行っている。

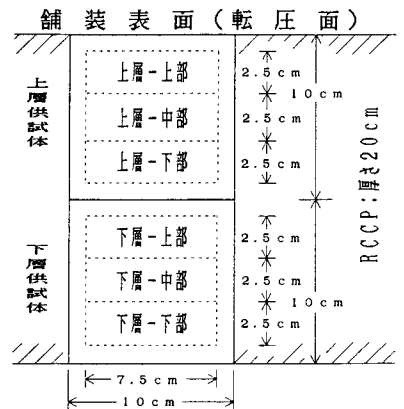


図-1 供試体と測定位置の関係

(3)空隙構造の測定：画像解析システム³⁾を用いて、空隙構造を測定した。本研究で用いている画像解析システムでは、コンクリート試料表面に異なった3方向（真上、右斜め上、左斜め上）から光を照射して、各照射方向ごとに画像を取り込み、3つの画像の同一位置における明るさの差（照度差）から空隙を識別する。すなわち、図-2に示したように試料表面に空隙があると、画像上のその位置は影などにより明るさが異なる。それを解析し空隙を検出して、大きさやその分布を得るシステムである。角柱供試体1個から10cm角の試料を2個切り取り、それぞれの試料を3つの部分（以下、上部、中部、下部：図-1参照）に分割し、2.5×7.5cmの範囲で空隙構造を測定した。

表-2 コンクリートの空隙構造、耐凍害性、強度

| 供試体 | 測定範囲 | 空隙構造 | | | | | 耐凍害性 | | 28日強度 | |
|---------------|------|---------|-----------|--|-----------|---------|-------------------|------|-------|--|
| | | 空隙率 (%) | 間隔係数 (μm) | 比表面積 (cm ² /cm ³) | 平均直径 (μm) | 空隙数 (個) | 耐久性指数 | 曲げ | 圧縮 | |
| 上層 | 上部 | 3.0 | 287 | 209 | 225 | 963 | 16 35 104 | 70.9 | 358 | |
| | 中部 | 2.8 | 290 | 212 | 223 | 960 | | | | |
| | 下部 | 3.3 | 273 | 210 | 225 | 1084 | | | | |
| | 全体 | 3.0 | 283 | 210 | 224 | 3007 | | | | |
| 下層 | 上部 | 4.0 | 264 | 199 | 237 | 1174 | 8 24 28 | 64.3 | 358 | |
| | 中部 | 4.0 | 253 | 205 | 229 | 1242 | | | | |
| | 下部 | 5.1 | 254 | 184 | 256 | 1199 | | | | |
| | 全体 | 4.4 | 257 | 196 | 241 | 3615 | | | | |
| 管理用 | 上部 | 3.4 | 282 | 199 | 237 | 990 | 102 102 112 | 78.8 | 478 | |
| | 中部 | 3.6 | 286 | 193 | 244 | 953 | | | | |
| | 下部 | 3.4 | 282 | 199 | 237 | 1004 | | | | |
| | 全体 | 3.5 | 283 | 197 | 239 | 2947 | | | | |
| 一般の コンクリート | | 4.2 | 214 | 276 | 159 | 4266 | - | - | - | |

注) 測定範囲の、上部、中部、下部は2.5×7.5cm、全体は7.5×7.5cmの範囲

(4)凍結融解試験：RCCPから切り出した供試体と、品質管理用供試体、それぞれ3個（10×10×40cmの角柱供試体）を用い土木学会規準「コンクリートの凍結融解試験方法」に準じて、材令28日から水中における急速凍結融解試験を行った。供試体は、試験開始前1日間水浸させた。

(5)強度試験：RCCPから鉛直方向に切り取った $\phi 10 \times 20$ cmのコアと、 $\phi 10 \times 20$ cmの品質管理用供試体を用いて圧縮強度試験を行った。また、RCCPの上層、下層および品質管理用の供試体(10×10×40cm)を用いて曲げ強度試験を行った。試験材令はいずれも28日であり、供試体は試験前1日間水浸させた。

3. 実験結果と考察 空隙構造、凍結融解試験、強度試験の試験結果を表-2に示した。表中の空隙構造は試料2個の平均値、耐久性指数は供試体1個ずつの値、強度は供試体3個の平均値である。なお、表-2の最下欄には参考のために転圧コンクリートではない一般のコンクリートの空隙構造の代表例を示した。

表-2から、RCCは一般のコンクリートに比べて空隙の数は少ないが、大きな空隙が残っていることが分かる。図-3は、それをさらに詳細に検討するために各コンクリートの空隙の大きさの分布を比較したもので、RCCは一般のコンクリートに比べて、150 μ m未満の空隙が少なくなっており、相対的に大きな空隙が多く存在している。

上層と下層の空隙構造を比較するために、図-4に(上層-上部)と(下層-下部)の空隙の大きさの分布を示した。RCCPの深い位置では、締固め効果が小さいため粗大な空隙が多く存在していることを示している。このことが、下層のコンクリートの耐凍害性を低くしていると考えられる。

図-5にRCCと品質管理用供試体の空隙構造を示した。品質管理用供試体の空隙は、RCCPのそれと比べて少なく(表-2)、空隙の大きさのピークも小さい径の方にある。これが、両者の耐凍害性や強度に差が生じた一因であると思われる。

表-2の上層コンクリートの耐久性指数がばらついているが、これは供試体により空隙構造が異なっているためと思われる。この実験では試料の数が限られているために、空隙構造と耐凍害性の関連は十分に明らかになっていないが、品質の均一化がRCCPの問題点の1つとして挙げられよう。

4. まとめ

今回の実験の範囲で、以下のことが明らかになった。

- (1) RCCは、通常のコンクリートと比べ空隙構造が粗大で、耐凍害性にばらつきがある。
- (2) RCCは、転圧面から深くなるほど大きな空隙が増加する。
- (3) 試験室で作成した供試体は、RCCに比べて空隙が小さく、RCCとは耐凍害性が異なる。

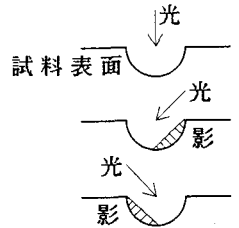


図-2 画像解析システムの原理

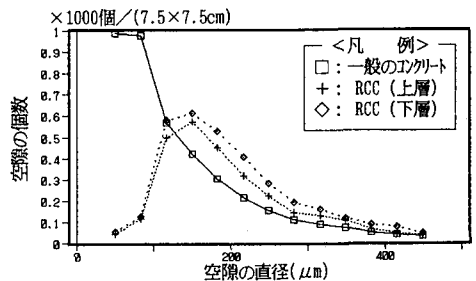


図-3 一般のコンクリートとRCCの空隙構造

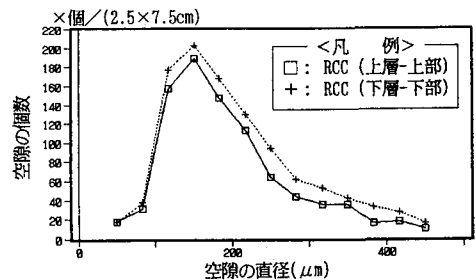


図-4 深さが異なるRCCの空隙構造

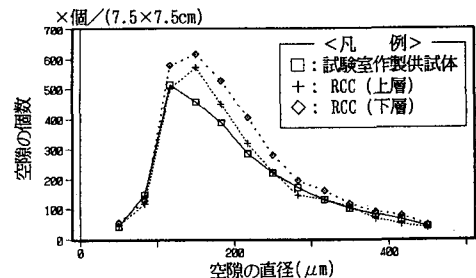


図-5 試験室作製供試体とRCCの空隙構造

【参考文献】

- 1) 葛 拓造・原 純二・国府勝郎：転圧コンクリートの凍結融解抵抗性に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，12-1，pp.697-702，1990.6
- 2) 日本道路協会：転圧コンクリート舗装技術指針(案)，1990.10
- 3) 鮎田耕一・桜井 宏・田辺寛一郎：硬化コンクリート気泡組織の照度差による画像解析，土木学会論文集，第420号/V-13，pp.81-86，1990.8