

[113] ローラコンパクトドコンクリートの舗装への利用に関する実験

正会員 ○ 中丸 貢 (大成道路技術研究所)
 辻井 豪 (大成道路技術研究所)

1. はじめに

ローラコンパクトドコンクリート(以下RCCと略す)は、通常のコンクリートとくらべ単位水量を相当少なくしたコンクリートで、締固めをローラ転圧により行うものである。これを舗装へ利用した場合には、施工の合理化によるコストの低下が見込めるだけでなく、乾燥収縮の低下や耐摩耗性の向上など、舗装材料として望ましい性質が得られる可能性がある。筆者らは、数年来、RCCの締固め特性について実験を重ね、ハンマ式締固め装置を用いた締固め試験により、RCCのコンシステンシーが評価できることなどをすでに述べてきた¹⁾。

本報告は、RCCの諸性質のうち、曲げ強度、圧縮強度、乾燥収縮率へり抵抗性、凍結融解耐久性および曲げ疲労抵抗性について実験的に調べ、普通コンクリートの結果と比較し、RCCの舗装への適用性について検討を行ったものである。

2. 実験内容

2-1 使用材料

実験には、普通ポルトランドセメント、骨材として奥多摩産の硬質砂岩砕石、5号(20~13mm)、6号(13~5mm)および鬼怒川産の川砂を使用した。なお、混和剤は、減水剤(リグニン系)およびAE剤を用いた。

2-2 RCCの配合

RCCの配合は、ハンマ式締固め装置を用いてφ10×10cmの供試体の締固め試験を行い定めたもので、以下にその方法を示す。なお、締固め試験は、供試体を片面50回締固め、供試体密度を測定した結果から、コンシステンシーを締固め率(供試体密度÷理論最大密度×100)として求めた。図-1は、水セメント比を40%、単位水量を110kgw/m³一定で細骨材率を20~60%まで変化させ、細骨材率と締固め率の関係を調べたものである。これから、締固め率が最大となる(最も締固め易い)細骨材率は、40%程度であることがわかる。次に、水セメント

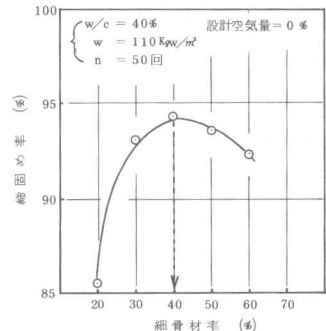


図-1 細骨材率と締固め率の関係

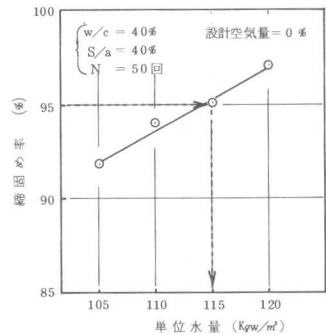


図-2 単位水量と締固め率の関係

表-1. コンクリートの配合

コンクリートの種類	粗骨材最大寸法 (mm)	粗骨材率 (%)	設計空気量 (%)	水セメント比 (%)	単位量 (kgw/m ³)							実測値			
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	AE剤	理論最大密度 (g/cm ³)	締固め率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	
R. C. C	20	40	5	33.3 (30)	109	327	765	471	707	0.82	0.49	2505	95.0	—	(3.2)
						273	784	483	724	0.68	0.41	2498	95.0	—	(4.8)
						218	802	493	740	0.55	0.33	2487	94.0	—	(5.9)
普通コンクリート			5	40.0 (25)	160	480	663	408	612	1.20	0.048	—	—	1.5	3.0
						400	689	424	636	1.00	0.040	—	—	4.5	4.8
						320	715	440	660	0.80	0.032	—	—	7.0	5.0

比が40%、細骨材率を40%一定とし、単位水量を変化させると、図-2に示すように締固め率は、単位水量の増加と共に直線的に増大する。本実験では、図に示したように、目標締

固め率を95%（空気量5%）として、単位水量を決定した。実験に用いたRCCの配合は、表-1に示すとおり単位水量を 109 kgw/m^3 （ $115 \text{ kgw/m}^3 \times 0.95$ 、設計空気量5%）、細骨材率を40%一定で、比較用の普通コンクリートは、単位水量を 160 kgw/m^3 、細骨材率を40%一定とし、それぞれ水セメント比が33%、40%および50%の3種類である。

2-3 供試体作製方法

RCCの曲げ強度、乾燥収縮、凍結融解および曲げ疲労試験に用いた供試体は、 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の押抜き型わくおよび加圧振動締め装置¹⁾により、締め率が95%となるように試料重量を計量して、1層で作製した。圧縮強度試験用供試体は、 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の押抜き型わくおよびハンマ式締め装置を用いて、同様に2層で締めめた。すりへり試験用供試体の作製は、 $30 \times 30 \times 5 \text{ cm}$ の型わくおよびローラコンパクタを使用して行った。なお、普通コンクリートは、分割式の $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 、 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ および $30 \times 30 \times 5 \text{ cm}$ の型わくで、棒状バイブレータを用いて締めめた。

2-4 試験方法

(1) 曲げおよび圧縮強度試験は、所定の材令まで 20°C 水中養生を行った後、JISA 1106、1108に準じて行った。静弾性係数は圧縮強度試験用供試体にワイヤストレーンゲージ（ゲージ長 70 mm ）を貼付し、応力～歪曲線を求め、最大荷重の $\frac{1}{3}$ での静弾性係数を求めた。

(2) 乾燥収縮試験は、JISA 1129のコンタクトゲージ法（基長 250 mm 、精度 $1/1000 \text{ mm}$ ）によって行った。

(3) スパイクタイヤによるすりへり試験は、図-3に示す回転式すりへり試験機を使用し、表-2に示す条件で行った。また、すりへり量の測定には $1/100 \text{ mm}$ の変位計を用いた。

(4) 凍結融解試験は、ASTM C-666の方法で行い、供試体の相対動弾性係数の変化を測定した。

(5) 曲げ疲労試験は、電子油圧サーボ方式の繰り返し圧縮試験機を使用し、表-3に示す試験条件によって行った。なお、疲労試験中に供試体が乾燥しないよう、あらかじめ供試体をビニール袋に包んで試験に供した。

3. 実験結果

3-1 セメント水比と曲げ強度の関係

RCCおよび普通コンクリートのセメント水比と曲げ強度の関係を材令3日、7日および28日について調べた結果は、図-4のとおりである。図から、RCCの曲げ強度は、どの材令についてもセメント水比の増加とともに、ほぼ直線的に大きくなり、普通コンクリートと同様な傾向を示した。また、同じセメント水比に対するRCCと普通コンクリートの曲げ強度は、どの材令でも大略同程度である。

3-2 セメント水比と圧縮強度の関係

図-5は、RCCおよび普通コンクリートのセメント水比と圧縮強度の関係を、材令3日、7日および28日について示したものである。これから、RCCのセメント水比と圧縮強度の間

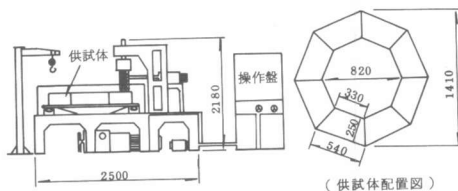


図-3 回転すりへり試験機

表-2 回転式すりへり試験条件

項目	試験条件	
テーブル回転速度	100 r. p. m	
運転条件	回転速度	200 r. p. m
	シリンダ圧力	2.0 kgf/cm ²
	接地圧	2.8 kgf/cm ²
	シフト量	$\pm 35 \text{ mm}$
	シフト速度	1往復/分
スパイクタイヤ	種類	520-10-4PR
	スパイク本数	76本
	空気圧	2.0 kgf/cm ²
試験温度	5℃	
路面の乾湿	湿潤(約3L/分)	

表-3 疲労試験条件

項目	試験条件	
荷重	上限	静的曲げ荷重の90, 80, 70%
	下限	静的曲げ荷重の10%
サイクル	10Hz	
波形	正弦波	
振幅	片振幅	
載荷方法	3等分点載荷	

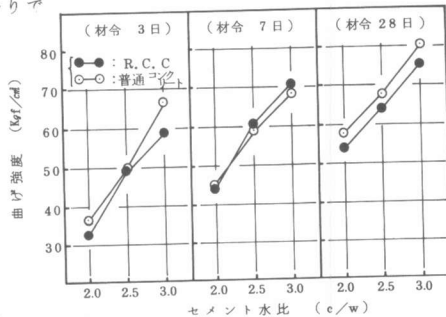


図-4 セメント水比と曲げ強度の関係

には、普通コンクリートと同様に直線関係が認められる。また、同じセメント水比についてみると、どの材令でもRCCの圧縮強度は、普通コンクリートにくらべ小さく、曲げ強度の場合とは異なる結果であった。この原因については明らかでないため、今後の検討課題であると考えている。

3-3 圧縮強度と静弾性係数の関係

RCCおよび普通コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係を示すと図-6のようである。これによると、RCCの静弾性係数は、普通コンクリートと同様、圧縮強度が大きくなるに従って、直線的に増大し、また、同じ圧縮強度に対する静弾性係数は、普通コンクリートと同程度である。

3-4 乾燥収縮試験結果

図-7に、RCCおよび普通コンクリートの乾燥収縮率測定結果を、水セメント比ごとに示した。図から、どの水セメント比についても、単位水量の少ないRCCの乾燥収縮率は普通コンクリートにくらべ小さく、その減少率は、材令13週についてみると、水セメント比が33%、40%および50%の場合とも大略20%程度であった。このことは、RCCを舗装へ利用した場合、乾燥収縮によるひびわれの危険性に対して普通コンクリートより有利となるといえる。

3-5 回転式すりへり試験結果

図-8は、RCCおよび普通コンクリートのスパイクタイヤによるすりへり試験結果を、水セメント比ごとに示したものである。これによると、RCCの平均すりへり深さは、どの水セメント比についても普通コンクリートにくらべ同等もしくは小さい結果であった。一般に、同じ骨材を使用したコンクリートのすりへりは、強度が大きいほど優れているとい²⁾われている。

本実験では、RCCの曲げ強度は普通コンクリートと同程度、圧縮強度はむしろ小さいにもかかわらず、RCCの平均すりへり深さは同等かやや小さかったが、これは、RCCの粗骨材量が普通コンクリートよりも多いためではないかと推測される。

3-6 凍結融解試験結果

RCCおよび普通コンクリートの水セメント比が40%の場合について、凍結融解試験を行い、相対動弾性係数の変化を測定した結果は、図-9のとおりである。これから、RCCの相対動弾性係数は、95%以上であり、凍結融解に対する耐久性は、普通コンクリートと同程度であることが確認できた。なお、RCCの空気量を、ワシントン型エアメータを用い、エントラップトエアは水で置き換え、エントレインドエアの

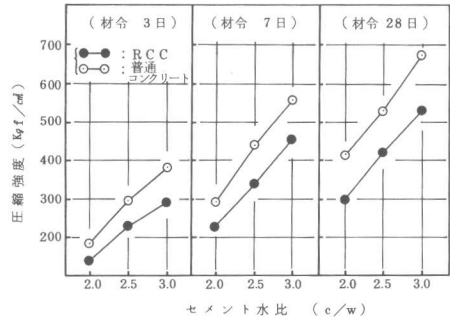


図-5 セメント水比と圧縮強度の関係

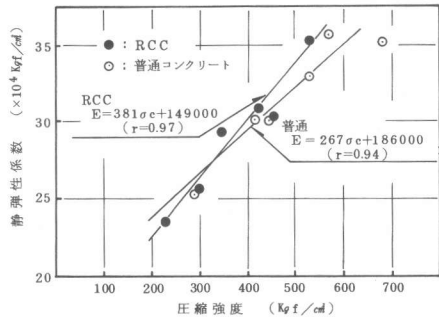


図-6 圧縮強度と静弾性係数の関係

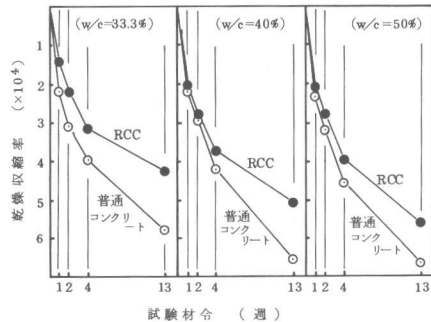


図-7 乾燥収縮率測定結果

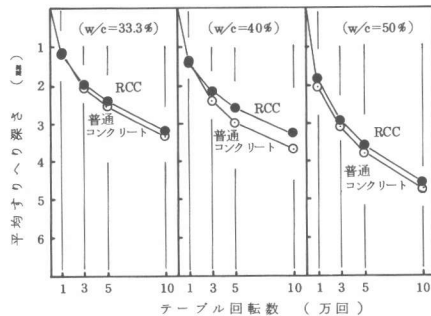


図-8 平均すりへり深さ測定結果

3) みを測定する方法によって確認した結果は、練り上がり直後
で普通コンクリートと同じ4.8%であった。但し、この場合
のAE剤使用量は、普通コンクリートの約10倍必要であった。
3-7 曲げ疲労試験結果

図-10は、RCCおよび普通コンクリートの水セメント比
が40%の場合について行った。曲げ疲労試験結果を示したも
のである。図から、RCCの疲労寿命と最大応力比の関係は
普通コンクリートとほぼ同一であり、これから、RCCは普
通コンクリートと同程度の疲労抵抗を有しているといえよう。
また、図中点線で示したのは、我国でコンクリート舗装の設
計に用いているセメントコンクリート舗装要綱の疲労曲線⁴⁾
であるが、これによってRCCの舗装設計を行えば、RCCは
疲労に対してやや安全側になると考えられる。

4. まとめ

RCCの曲げ強度、圧縮強度、静弾性係数、乾燥収縮、す
りへり、凍結融解および曲げ疲労試験結果を普通コンクリ
ートの場合と比較し、RCCの舗装への適用性について検討し
た結果をまとめると以下のようである。

① RCCの曲げ強度は、同一セメント水比で比較すると普
通コンクリートと同程度であるが、圧縮強度は小さい。

(図-4、5参照)

② RCCの乾燥収縮は、普通コンクリートにくらべ材令13週で20%程度小さく、乾燥収縮によるひびわれの危
険性に対して有利となる(図-7参照)。

③ RCCのすりへり抵抗性は、普通コンクリートと同等もしくはやや優れている(図-8参照)。

④ RCCの凍結融解耐久性は、AE剤の使用により普通コンクリートと同程度のものが得られるが、AE剤の
使用量は約10倍必要である(図-9参照)。

⑤ RCCの疲労抵抗は、普通コンクリートと同程度で、また、舗装要綱の疲労曲線によりRCCの舗装設計を
行えば疲労に対してやや安全側となる(図-10参照)。

5. おわりに

RCCの舗装への適用性について若干の検討を行った結果を述べたが、今後は、通常アスファルト舗装の舗設
に用いているアスファルトフィニッシャヤローラによるRCCの施工方法について、さらに検討を行っていく予
定である。

(参考文献)

1) 福田他2名：「ローラコンパクトコンクリートの締固め特性に関する実験」

第7回コンクリート工学年次講演会

2) 宮崎都三雄：「コンクリートの耐久性(3)コンクリート舗装とすりへり抵抗」道路とコンクリートNo.49

3) 古川雄二他：「超硬練りAEコンクリートの製造と空気量試験法」昭和60年、セメント技術大会、講演集

4) 日本道路協会：「セメントコンクリート舗装要綱」

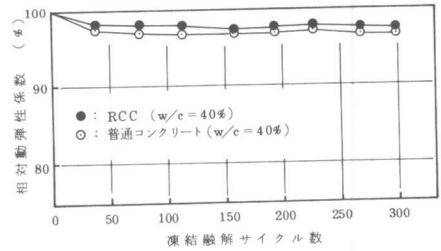


図-9 相対動弾性係数測定結果

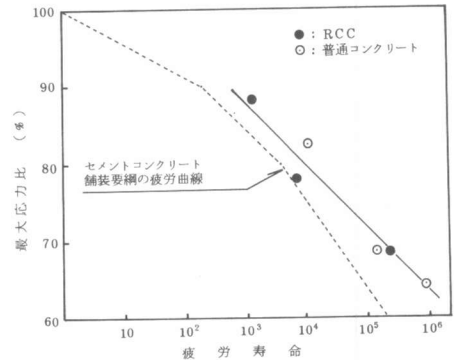


図-10 疲労寿命と最大応力比