

コンクリート再生骨材を使用したコンクリート舗装版の曲げ疲労特性に関する研究

小林良太¹・浜田純夫²・加藤康弘³

¹正会員 工博 前田道路(株) 技術研究所 (〒243-04 神奈川県老名市杉久保279)

²正会員 Ph. D. 山口大学教授 工学部社会建設工学科 (〒755 山口県宇部市常盤台2557)

³正会員 工修 前田道路(株) 中国支店 (〒730 広島県広島市鶴見町4-22)

本研究は、コンクリート副産物より製造した再生骨材を用いた転圧コンクリート舗装版(RCCP版)と普通コンクリート舗装版(NCP版)の曲げ疲労特性を検討したものである。RCCP版の疲労特性に関しては既報で検討しているので、本報ではNCP版について新たに求めた疲労実験結果をもとに補足検討を試みた。その結果、再生骨材の種類がコンクリート版の疲労強度におよぼす影響、RCCP版とNCP版の疲労強度の差異、各種分布関数の疲労寿命への適合性、再生骨材を使用したコンクリート舗装版の適用性などが明らかになった。

Key Words : cement concrete pavement, fatigue, fatigue probability, recycled aggregate

1. まえがき

筆者らは、建設副産物の一種であるコンクリート塊より再生骨材を製造し、これを骨材として使用した転圧コンクリート舗装版(以下、RCCP版)の曲げ疲労特性について既に報告した¹⁾。コンクリート塊は、建設副産物の中で最も発生量が多いにもかかわらず現状において有効にリサイクルされているとはいえず、より付加価値の高い再生利用の用途開発が広く望まれているものである。

コンクリート塊の道路での高付加価値な再生利用方法としては、コンクリート舗装版の骨材への利用があげられるが、コンクリート再生骨材(以下、再生骨材)のような使用実績のない骨材を舗装版に使用する場合は疲労特性を明確にしておくことが必要となる。

そのため既報では、再生骨材を使用したRCCP版について曲げ疲労試験を行い、疲労寿命のばらつきやS-N曲線(疲労曲線)の特性を示すとともに、3種類の分布関数を用いて生存確率Pに関するS-N曲線すなわちP-S-N曲線を求めこれらの適合性について考察した。さらに、以上の結果をもとに、再生骨材を使用したRCCP版の適用性について若干の検討を加えた。

本文は、既報の追加研究として普通コンクリート舗装版(以下、NCP版)を対象に、モルタル付着

量の異なる2種類の再生骨材を使用して新たに疲労試験を実施し、再生骨材を使用したコンクリート舗装版の疲労特性に関して補足研究を行った結果を報告するものである。

2. 実験概要

(1)コンクリート再生骨材の性状

表-1は使用した再生骨材の性状を示したものである。再生骨材は、建設省が発表した使用基準案²⁾で品質により粗骨材が3種類、細骨材が2種類に区分されている。表中の再生骨材は、前回の研究¹⁾に用いた骨材と同様に建設副産物として発生したコンクリート塊を試験的に再生処理したもので、粗骨材の品質は使用基準案の中で最も品質が良いとされている1種と中間的な品質である2種に相当している。

一方、表中の再生細骨材は、1種および2種の再生粗骨材製造時に得られたものをそのまま1種および2種の再生細骨材と称したものであるが、品質で区分すれば両者とも2種に相当するものである。

(2)配合と供試体

表-2はNCP版の使用材料と配合を示したものである。使用した1種および2種の再生細骨材は粒度が粗く単体ではコンクリート用細骨材として適さないため、両者とも50%を一般細骨材で置換すること

により粗粒率を2.7程度に補正して使用した。その結果、2種類の再生細骨材の品質は、それぞれ1種および2種再生骨材の使用基準案を満足するものとなった。

練り混ぜは強制練りミキサを用い、各バッチごとに静的強度試験用と疲労試験用の供試体をそれぞれ3本ずつ作製した。供試体の寸法は15×15×53cmで、材齢28日まで20℃で水中養生を施し、その後疲労試験実施時まで100～430日間の気中養生を行った。このような養生方法を採用したのは、試験が長時間におよぶ疲労試験では試験中に供試体が乾燥して含水状態が変化すると、内部応力として引張応力が発生するために静的曲げ強度が徐々に増加する現象が起こる¹⁾³⁾ので、この影響を極力排除することがコンクリート版の疲労性状を正確に把握するうえで望ましいと判断したからである。

(3)試験方法

静的曲げ強度試験および疲労試験における載荷方法は、スパンが45cmの3等分点載荷とし、サーボバルブを用いた試験機を使用した。疲労試験の応力は周波数5Hzの正弦曲線変化である。

疲労試験に先立って練り混ぜバッチごとに静的強度を測定し、これを同一バッチから作製した疲労試験用供試体の基準強度とみなして、上限応力を基準強度の80～55%の範囲で6段階に設定し疲労試験を実施した。下限応力はセメントコンクリート舗装要綱のS-N曲線を導いた岩間の実験⁴⁾を参考にして、全ての供試体について基準強度の10%とした。

疲労試験における応力は、応力振幅（繰り返し応力の上限応力-下限応力）/静的強度）で表示した。また、200万回の繰り返し回数で供試体が破壊しない場合は、試験を途中打ち切りとした。

3. 試験結果と考察

(1) S-N曲線

表-3は疲労試験結果を示したものである。各応力レベルでのデータは、疲労現象特有のばらつきを示しているので順序統計量の理論を用いて解析を行い、その結果を基に各応力振幅Sにおける破壊までの繰り返し回数Nのばらつきを対数正規分布関数で近似することによりS-N曲線を求めた。

図-1と図-2は、それぞれのS-N曲線と全測点について横軸(N軸)方向のばらつきの標準偏差 $\sigma(S-N)$ を求め、 $\pm 1\sigma(S-N)$ と $\pm 2\sigma(S-N)$ の範囲を示したものである。既報¹⁾で述べたように、全測点の分散を対数正規分布とみなしても差しつかえないので、

表-1 コンクリート再生骨材の性状

項目	1種再生骨材		2種再生骨材	
	20～5mm	5～0mm	20～5mm	5～0mm
絶乾比重	2.46	2.18	2.38	2.15
吸水率(%)	2.99	7.56	4.07	8.76
安定性(%)	5.8	7.0	14.9	9.7
すりへり減量(%)	19.0	—	22.2	—
骨材破砕値(%)	27.9	—	33.6	—
砂添加量(%)	16.8	—	23.5	—
スラグ混入率(%)	6.5	—	9.2	—
粗粒率	—	3.37	—	3.19

表-2 NCP版の使用材料と配合

使用骨材	s/a (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	S	G	Ad1	Ad2
1種再生骨材	41.2	45.0	145	322	730	1053	1.61	0.16
2種再生骨材	42.8	41.4	145	350	746	991	1.40	0.18

単位粗骨材容積：0.73
 配合強度 σ_{b28} ：52 kgf/cm² (5.1 MPa)
 コンクリート：スラブ2.5cm、空気量4.5%
 セメント：普通ポルトランドセメント
 Ad1：AE減水剤、Ad2：空気連行剤 (ℓ/m³)

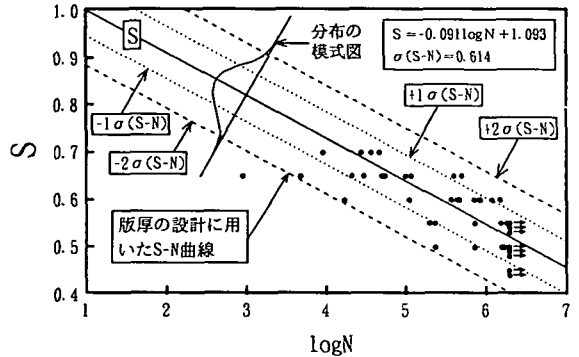


図-1 1種再生骨材を使用したNCP版の疲労寿命のばらつきとS-N曲線

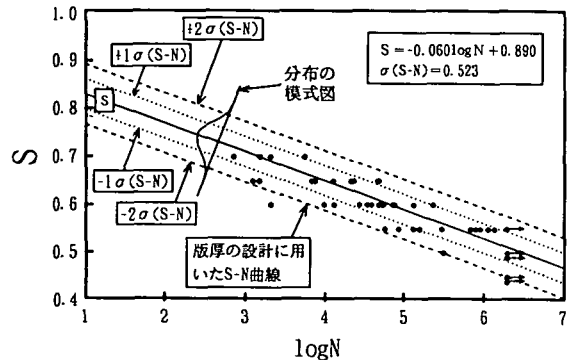


図-2 2種再生骨材を使用したNCP版の疲労寿命のばらつきとS-N曲線

表-3 疲労試験結果

1種再生骨材使用の場合								2種再生骨材使用の場合							
S	r	N	P(N)	S	r	N	P(N)	S	r	N	P(N)	S	r	N	P(N)
0.70	1	9.286	0.857	0.60	6	730.002	0.455	0.70	1	732	0.800	0.60	9	55.929	0.357
	2	28.092	0.714		7	833.537	0.364		2	1,567	0.600		10	73.446	0.286
	3	37.035	0.571		8	860.411	0.273		3	2,125	0.400		11	77.270	0.214
	4	37.266	0.429		9	1,224.123	0.182		4	5,642	0.200		12	134.371	0.143
	5	37.332	0.286		10	1,522.385	0.091		1	1,247	0.909		13	234.961	0.071
	6	47.827	0.143		1	195.883	0.900			2	1,517		0.818	1	59.128
0.65	1	916	0.917	0.55	2	229.807	0.800	0.65	3	6,866	0.727	0.55	2	87.868	0.857
	2	4,859	0.833		3	738.367	0.700		4	7,592	0.636		3	133.219	0.786
	3	21,498	0.750		4	1,559.420	0.600		5	12,755	0.545		4	159.822	0.714
	4	30.620	0.667		5	1,842.318	0.500		6	21,677	0.455		5	303.471	0.643
	5	50.996	0.583		6	2,000.000	0.400		7	23,467	0.364		6	686.271	0.571
	6	54.518	0.500		7	2,000.000	—		8	47,037	0.273		7	811.033	0.500
	7	56.698	0.417		8	2,000.000	—		9	48,050	0.182		8	923.493	0.429
	8	101,901	0.333		1	233.736	0.889		10	48,055	0.091		9	1,143,517	0.357
	9	119,355	0.250		2	735.495	0.778		1	2,132	0.929		10	1,148,791	0.286
	10	400,111	0.167		3	1,604,469	0.667		2	9,850	0.857		11	1,381,380	0.214
	11	504,976	0.083		4	1,722,646	0.556		3	13,288	0.786		12	2,000,000	0.143
0.60	1	17,375	0.909	0.45	5	2,000,000	0.444	0.60	4	27,773	0.714	0.45	1	309,104	0.800
	2	112,772	0.818		6	2,000,000	—		5	34,892	0.643		2	2,000,000	0.600
	3	373,666	0.727		7	2,000,000	—		6	39,563	0.571		3	2,000,000	—
	4	442,503	0.636		1	2,000,000	—		7	48,203	0.500		1	2,000,000	—
	5	473,452	0.545		2	2,000,000	—		8	53,176	0.429		2	2,000,000	—

表-4 本研究と他研究者の疲労試験におけるS-N曲線式, 200万回疲労強度, $\sigma(\log N)$, $\sigma(S-N)$

コンクリート版	使用骨材	試験者	S-N曲線 (P(N)=0.5)	200万回強度	$\sigma(\log N)$	$\sigma(S-N)$
NCP版	一般骨材	小梁川 ⁴⁾	$S = -0.111 \cdot \log N + 1.339$ ($S = -0.101 \cdot \log N + 1.208$)	0.64 (0.57)	0.70~1.14	0.732
	1種再生骨材	筆者	$S = -0.091 \cdot \log N + 1.093$	0.52	0.28~0.90	0.614
	2種再生骨材	筆者	$S = -0.061 \cdot \log N + 0.893$	0.51	0.51~0.66	0.547
RCCP版	一般骨材	井上 ⁵⁾	$S = -0.105 \cdot \log N + 1.213$ ($S = -0.095 \cdot \log N + 1.094$)	0.55 (0.50)	0.65~0.89	0.574
	1種再生骨材	筆者 ¹⁾	$S = -0.095 \cdot \log N + 1.105$	0.51	0.65~1.49	0.786

(注) ()は疲労試験時の下限応力を同一レベルに修正した時の値

-1 $\sigma(S-N)$ と-2 $\sigma(S-N)$ の曲線は生存確率P(N)が0.86と0.98のS-N曲線に相当することになる。

表-4は、本試験結果とともに小梁川⁵⁾および井上⁹⁾の研究結果から筆者らの実験条件に近いデータを選定して同様の解析を行い、P(N)=0.5のときのS-N曲線式と200万回疲労強度、各Sレベルでの疲労寿命の標準偏差 $\sigma(\log N)$ の範囲、および $\sigma(S-N)$ を求めた結果である。ただし、疲労強度は下限応力の大きさに関連する⁷⁾ことが知られているので、下限応力を0で試験した小梁川らと井上らの結果については、Goodman線図⁸⁾を用いて下限応力を本研究と同様の基準強度の10%に修正したときのデータも示している。図-3は下限応力が基準強度の10%の場合のS-N曲線を図示したものである。

図-3からNCP版に着目してみると、使用骨材が一般骨材から1種再生骨材に代わりモルタルの付着した骨材を使用することにより、S-N線はほぼ同様の傾きながら低下している。そして、再生骨材の種

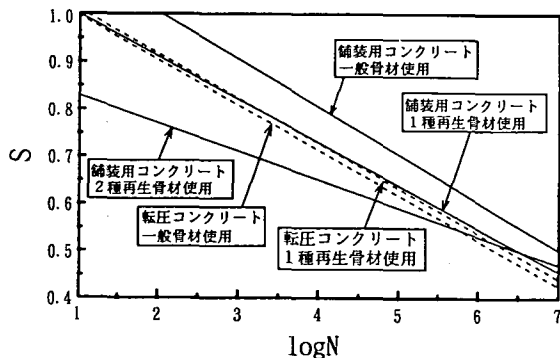


図-3 本研究および他研究者のS-N曲線 (下限応力:10%)

類が1種から2種に代わり骨材に付着しているモルタル量が増加すると、S-N曲線はさらに低下している。

既報¹⁾では、再生骨材を用いたコンクリート版の疲労強度は骨材強度の影響を受けて変動すると推測したが、本実験結果はこの推測が妥当なものであっ

たことを示している。

なお、コンクリート版の疲労強度に関してはW/C やセメントペースト中の収縮応力の大きさが影響をおよぼす⁹⁾といわれており各コンクリートの配合の差異が懸念されるが、一般骨材使用時の配合はW/C が47%、単位セメント量が319kg/m³であり、再生骨材使用時の配合と大差ないものであった。

RCCP版についてみると、一般骨材と1種再生骨材を使用した場合のS-N曲線は、骨材強度が異なるにもかかわらずほぼ一致している。これは、一般骨材使用時の単位セメント量が1種再生骨材使用時の70%に相当する238kg/m³とRCCP版としては少なめで、コンクリートの緻密さにおいて差があったことが影響をおよぼしていると考えられる。

一方、1種再生骨材を用いたNCP版とRCCP版のS-N曲線に着目すると、両者はほぼ一致しているが200万回疲労強度でみればRCCP版の方がわずかに低い。同様に一般骨材使用の場合もRCCP版の方が0.07低いことから、骨材の種類が同一の場合、RCCP版の疲労強度はNCP版よりも若干小さくなる。

(2)強度のばらつき

表-5は各練混ぜバッチごとに測定した静的曲げ強度の変動係数を示したものである。NCP版の変動係数は、1種および2種の再生骨材を使用した場合に同一であり、一般骨材を使用した場合よりも若干小さい値を示している。これは再生骨材を使用した本試験の方が長期材齢の供試体を使用しているため、強度が安定していたためと推測される。また、RCCP版の変動係数はNCP版よりも明らかに大きな値を示している。これはRCCP版特有の、締固めに起因する供試体密度のばらつきの影響（分散範囲：2.312~2.351、変動係数：0.5%、n=13）によるものと考えられる。

一方、表-4に示した疲労試験の $\sigma(\log N)$ と $\sigma(S-N)$ においては静的曲げ強度の場合と同様の傾向がみられ、NCP版では再生骨材の使用が疲労試験のデータのばらつきにおよぼす影響は小さく、RCCP版はNCP版よりもばらつきが大きくなっている。

以上のことから、NCP版の静的曲げ強度および疲労強度のばらつきに関しては、再生骨材を使用することによる影響はほとんど生じていないようである。RCCP版の場合はその傾向が明確でない。

(3) P-S-N曲線

コンクリートの疲労解析において対数正規分布関数とともに用いられるWeibull分布関数¹⁰⁾とMcCall

表-5 静的曲げ強度の変動係数

コンクリート版	使用骨材	変動係数	備考		
			目標強度 kgf/cm ² (MPa)	個数 (個)	試験材齢 (日)
NCP版	一般骨材	0.062	40 (3.9)	24	60+
		0.069	60 (5.9)	24	60+
	1種再生	0.056	52 (5.1)	48	130~330
	2種再生	0.056	52 (5.1)	39	360~450
RCCP版	1種再生	0.080	52 (5.1)	13	112~196

分布関数¹¹⁾をとりあげ、本研究結果への適合性を検討する。

Weibull分布関数は、S-N曲線(P(N)=0.5)と各破壊点との横軸(N軸)方向の偏差 χ がWeibull分布に当てはまるとすれば式(1)で表すことができ、S-N曲線が式(2)の時さらに式(3)で表すことができる。

$$P = \exp\left\{-\left[\frac{\chi - \chi_0}{\beta}\right]^{V\alpha}\right\} \quad (1)$$

$$S = A + B \cdot \log N \quad (2)$$

$$P = \exp\left\{-\left[\frac{\log N + A/B - S/B - \chi_0}{\beta}\right]^{V\alpha}\right\} \quad (3)$$

ここで、

$\alpha, \beta, \chi_0, A, B$: 実験から求まる定数

一方、McCallは無筋コンクリート版の曲げ疲労試験結果から独自の数学的モデルを提案し、P, S, Nの関係を式(4)で示した。式(4)は二度両辺の対数をとって線形に変換すると式(5)のようになる。

$$P = 10^{-a \cdot S^b (\log N)^c} \quad (4)$$

$$\log S = A + B \cdot \log(\log N) + C \cdot \log(-\log P) \quad (5)$$

ここで、

a, b, c, A, B, C : 実験から求まる定数

表-6は、本研究のこれまでのデータと既存の研究データにWeibull分布関数およびMcCall分布関数を適用し、式(3)および式(5)の形で求めたP-S-N関係式である。また、図-4は3種類の分布関数により求めたNCP版の200万回疲労強度とP(N)の関係を比較したものであり、表-7はNCP版とRCCP版のP(N)=0.5における200万回疲労強度を示したものである。Weibull分布関数とMcCall分布関数による値は表-6に示したP-S-N関係式から、対数正規分布関数を適用した値は図-1や図-2に示したS-N曲線の偏差から求めた。

表-6と図-4からわかるように、3種類の分布関数

表-6 Weibull分布関数とMcCall分布関数より求めたP-S-N関係式

コンクリート版	使用骨材	Weibull 分布関数	McCall 分布関数
NCP版	一般骨材	$P = \exp[-(0.3690 \cdot \log N + 4.500 \cdot S - 4.344)^{1.006}]$	$\log S = 0.2184 - 0.4501 \cdot \log(\log N) + 0.10846 \cdot \log(-\log P)$
	1種再生	$P = \exp[-(0.2742 \cdot \log N + 3.016 \cdot S - 2.407)^{6.882}]$	$\log S = 0.2492 - 0.5802 \cdot \log(\log N) + 0.07957 \cdot \log(-\log P)$
	2種再生	$P = \exp[-(0.2517 \cdot \log N + 4.195 \cdot S - 2.794)^{6.993}]$	$\log S = 0.1038 - 0.4403 \cdot \log(\log N) + 0.05391 \cdot \log(-\log P)$
RCCP版	一般骨材	$P = \exp[-(0.5845 \cdot \log N + 6.494 \cdot S - 6.104)^{2.278}]$	$\log S = 0.1966 - 0.5046 \cdot \log(\log N) + 0.08437 \cdot \log(-\log P)$
	1種再生	$P = \exp[-(0.3726 \cdot \log N + 3.922 \cdot S - 3.465)^{2.881}]$	$\log S = 0.2045 - 0.5311 \cdot \log(\log N) + 0.08434 \cdot \log(-\log P)$

(注)一般骨材の値：下限応力修正後

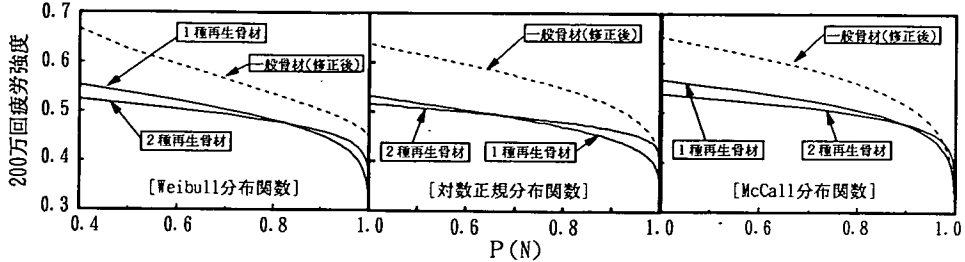


図-4 各種分布関数で解析したNCP版の200万回疲労強度とP(N)の関係

のいずれを適合してもその結果得られる200万回疲労強度はほぼ同様の傾向を示し、また、使用骨材の種類に着目してみると、一般骨材、1種再生骨材、2種再生骨材と骨材強度が低くなるのに従い曲線も低下している。さらに、表-7によると、 $P(N)=0.5$ においてWeibull分布関数と対数正規分布関数がほぼ一致した値を示しているのに対して、McCall分布関数は両者より若干高い値を示している。

既存の研究^{12), 13)}によると、コンクリート版の疲労寿命は3種類の分布関数のいずれにも適合するが、Weibull分布関数と対数正規分布関数の適合性が比較的良好なことが報告されている。本試験結果をみると、このことは再生骨材を使用したコンクリート版の曲げ疲労寿命においても適用可能である。

(4)版厚の設計

これまで検討してきた各種コンクリート舗装版について版厚の比較を試みる。版厚設計の際に使用するS-N曲線としては、表-4のS-N曲線 ($P(N)=0.5$) から -2σ (S-N)移行した曲線 ($P(N)=0.98$ のS-N曲線)を採用し、設計条件および交通条件としては表-8に示した標準的なものを用いた。ただし、 σ (S-N)は明確な値が得られていないので、ここでは骨材の種類にかかわらずNCP版の場合は0.60、RCCP版の場合は0.70とした。

版厚の選定では、各種の版厚について20年間の輪荷重応力と温度応力の合成応力を算出してこれに対する疲労抵抗をそれぞれのS-N曲線より求め、疲労抵抗の合計が0.4~0.6になるような版厚を求めた。

表-9は、以上のようにして求めた各種コンクリート舗装版の版厚を示したものである。表からわかる

表-7 200万回疲労強度 ($P(N)=0.5$)

コンクリート	使用骨材	Weibull分布	対数正規分布	McCall分布
NCP版	一般骨材	0.63	0.62	0.63
	1種再生	0.54	0.52	0.55
	2種再生	0.51	0.51	0.53
RCCP版	一般骨材	0.50	0.51	0.56
	1種再生	0.51	0.51	0.54

(注)一般骨材の値：下限応力修正後

表-8 コンクリート版の設計条件と交通条件

設計条件	交通条件 (台/日)			
	輪荷重 (t)	A交通	B交通	C交通
路盤支持力: $K_{76}=10 \text{ kgf/cm}^2$				
版強度: $\sigma_{bx}=45 \text{ kgf/cm}^2$ (4.4 MPa)	0~1	531	2672	11348
ヤング係数: $E=35 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$	1~2	38	278	1662
ポアソン比: $\mu=0.25$	2~3	20	153	1068
膨張率: $\alpha=10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	3~4	10	78	551
収縮目地間隔: $m=10.0 \text{ m}$	4~5	5	42	297
4車線、車線幅: 3.00m以上	5~6	3	26	181
郊外部、十分な路肩幅あり	6~7	3	14	100
20年間の5t換算輪数 (輪)		30万	200万	1400万

(注)輪荷重分布は一般国道の重車両調査結果¹⁴⁾に準拠

表-9 $P(N)=0.98$ のときのコンクリート舗装版厚(cm)

コンクリート版	使用骨材	交通量区分		
		A交通	B交通	C交通
NCP版	一般骨材	22	25	31
	1種再生骨材	26	30	36
	2種再生骨材	31	34	39
RCCP版	一般骨材	27	32	40
	1種再生骨材	27	31	38

(注)一般骨材の値：下限応力修正後

ように、NCP版の場合においては交通量区分の違いにかかわらず、使用骨材が一般骨材から1種再生骨材さらに2種再生骨材に変わることにより、版厚

はそれぞれ4～5cmおよび3～5cm増加している。また、NCP版とRCCP版を比較すると、各交通量においてRCCP版の版厚の方が一般骨材で5～8cm、1種再生骨材で1～2cm厚くなっている。

コンクリート舗装において30cm以上の版厚を採用することは一般的でないことから、1種再生骨材はNCP版の場合にB交通以下、RCCP版の場合にA交通以下の場所に適用すべきであり、一方、2種再生骨材はNCP版の場合にA交通よりも交通量の少ない場所に適用するのが妥当であろう。

4. まとめ

本研究の結論を以下に列記する。

- (1) コンクリート版の疲労強度は、1種および2種再生骨材を使用することにより順次低下する。これは、付着モルタルの影響で再生骨材の強度が低いことに起因している。
- (2) 再生骨材を用いたNCP版の疲労強度は、同じ再生骨材を用いたRCCP版のそれよりわずかに大きくなる。
- (3) NCP版の静的曲げ強度および疲労強度のばらつきに関しては、再生骨材を使用することによる影響はほとんど生じていない。
- (4) 再生骨材を使用したコンクリート版の疲労解析においては、一般的なコンクリートの場合と同様に、Weibull分布関数と対数正規分布関数の適合性が比較的よい。
- (5) 1種および2種再生骨材を使用したNCP版の設計を、 $P(N)=0.98$ のS-N曲線をもとに行うと、版厚は一般骨材使用の場合より3～5cm増加した。これらの適用場所としては、1種再生骨材の場合にB交通以下、2種再生骨材の場合にA交通よりも交通量の少ない場所が対象となる。

参考文献

- 1) 小林良太, 浜田純夫, 上田 満: コンクリート再生骨材を使用した転圧コンクリートの曲げ疲労特性に関する研究, 土木学会論文集, No.546/VI-32, pp.133～143, 1996, 9
- 2) 河野広隆, 加藤俊二: 「コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準(案)」の通達が出される, 土木技術資料, 36-9, 1994.
- 3) 小梁川 雅, 福田 正: 含水変化を受けたコンクリート供試体の曲げ強度, 土木学会論文集, 第354号/V-2(ノート), pp.157～160, 1985.
- 4) 岩間 滋: コンクリート舗装の構造設計に関する研究, 土木研究所報告, 第117号, 1964年
- 5) 小梁川 雅, 国府勝郎, 福田 正: コンクリート舗装版の曲げ疲労に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 第372号/V-5, pp.131～137, 1986
- 6) 井上武美, 尾本志展: 転圧コンクリートの疲労, 第42回セメント技術年報, pp.543～546, 1988.
- 7) 石橋忠良, 児島孝之, 阪田憲次, 松下博通: 疲労, 技報堂出版, 1987.
- 8) Gene M. Nordby: Fatigue of concrete-A review of research, *Journal of A.C.I.*, Vol.55, PP.191～220, 1958.
- 9) RILEM Committee 36-RDL: Long term random dynamic of concrete structures, *Materiaux et Constructions*, Vol.17, No.97, 1984.
- 10) Weibull W.: Fatigue testing and the analysis of results, *Pergamon press*, 1961.
- 11) John T. McCall: Probability of fatigue failure of plain concrete, *Journal of A.C.I.*, Vol.55, PP.233～244, 1958.
- 12) 松下博通, 徳光善治: 生存確率を考慮したコンクリートの圧縮疲労強度に関する研究, 土木学会論文報告集, 第284号, pp.127～138, 1979.
- 13) 井上正一, 西林新蔵, 吉野 公: コンクリートの圧縮疲労特性と疲労強度の特性値に関する研究, 土木学会論文集, 第451号/V-17, pp.59～67, 1992.
- 14) 建設省土木研究所道路部舗装研究室: 車両重量調査結果の解析(その4), 土木研究所資料第3321号, 1995.

(1996.9.18 受付)

STUDY ON THE BENDING FATIGUE PROPERTIES OF CONCRETE PAVEMENT WITH RECYCLED AGGREGATES

Ryota KOBAYASHI, Sumio HAMADA and Yasuhiro KATO

The present study aims to determine the bending fatigue strength for the pavement concrete with recycled aggregates which produced from the construction wastes. Since the bending fatigue strength of the roller compacted concrete (RCC) has been reported in the previous paper, the present study provides results of the bending fatigue test of the normally mixed concrete (NC) with recycled aggregates. Based on the these studies the influence of the aggregate to the fatigue strength, the strength difference between RCC and NC, the applicability of the probability distribution functions to the fatigue test results and the applicability of the concrete with recycled aggregates to concrete pavement are discussed.