

舗装コンクリートの曲げ試験による弾性係数に関する一検討

(一社)セメント協会 正会員 ○瀧波 勇人
 (一社)セメント協会 正会員 吉本 徹

(独) 土木研究所 正会員 森濱 和正
 (独) 土木研究所 正会員 勝畑 敏幸

1. 目的

コンクリート舗装の理論的設計において、コンクリートのヤング係数が疲労度や版厚の計算結果に与える影響は非常に大きい。舗装標準示方書（以下、示方書）によると、コンクリートのヤング係数（以下、弾性係数）は、曲げ試験から得る方法を原則としている。しかし、実際に曲げ試験による弾性係数の測定は殆ど行なわれず、円柱供試体による JIS A 1149（コンクリートの静弾性係数試験方法）で測定した値、あるいは示方書の解説表に示されている曲げ強度及び圧縮強度から弾性係数を選定する方法が用いられている。ただし、この解説表の弾性係数は圧縮試験により求めた弾性係数である。このことから、曲げ試験から得られる曲げ弾性係数と圧縮試験から得られる圧縮弾性係数は混同されている状況にあるといえる。しかし、舗装コンクリートの圧縮弾性係数と曲げ弾性係数の同等性を評価した既往の文献は少ない。

そこで本研究は、種々の粗骨材を用いた舗装コンクリートの曲げ弾性係数及び圧縮弾性係数を測定し、比較検討を行なった。

2. 試験方法及びコンクリートの配合

圧縮弾性係数はφ125×250mmの円柱供試体を用い JIS A 1149 に準じて測定した。曲げ弾性係数は示方書に従い、150×150×530mmの角柱供試体を用いて JIS A 1106 に準じて曲げ強度試験を行い、曲げ強度の1/2におけるたわみから逆算した。たわみの測定は図1に示すような治具を使用し、供試体中央のたわみを測定した。供試体中央部のたわみは、単純梁に3等分点载荷したときのたわみの最大値であるため、式1によって算出できる。よって、弾性係数の逆算には、式1を弾性係数について解いた式2を用いた。また本検討では、荷重-たわみ曲線（図2）における载荷初期の影響を除くために、たわみ量5μmの時の荷重から最大荷重の1/2までの荷重-たわみ曲線の傾き（P/δ）を求め、弾性係数を算出した。試験は材齢28日及び91日において実施した。

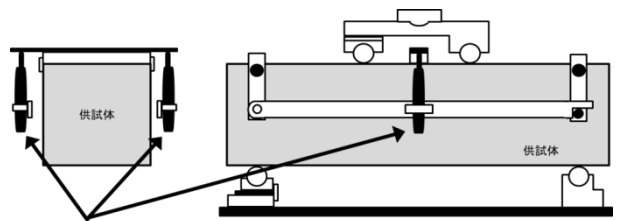


図1 たわみ測定治具

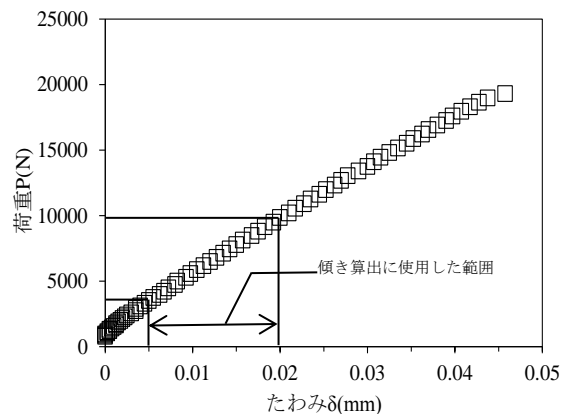


図2 荷重-たわみ曲線の例

$$\delta = (23 \times P \times L^3) / (648 \times E \times I) \dots \text{式1}$$

$$E = (P / \delta (23 \times L^3)) / (648 \times I) \dots \text{式2}$$

ここに、 P/δ：荷重-たわみ曲線の傾き（N/mm）

L：スパン（mm）

I：供試体の断面2次モーメント（mm⁴）

E：弾性係数（MPa）

試験に用いた骨材種類及び配合を表1に示す。目標スランプ及び空気量は5±1.5cm、4.5±1%とし、W/Cは材齢28日の目標曲げ強度を6.0N/mm²となるよう配合試験を行ない決定した。単位粗骨材かさ容積は0.72m³/m³で一定とした。

キーワード コンクリート舗装, 弾性係数, 曲げ試験, 砕石, スラグ骨材, 砂利

連絡先 〒114-0003 東京都北区豊島4丁目17番33号 (一社)セメント協会 コンクリート研究G TEL03-3914-2695

表 1 各コンクリートの使用骨材種類と配合及び試験結果一覧

記号	粗骨材種類	粗骨材最大寸法 (mm)	絶乾密度 (g/cm ³)	配合		試験結果						
				水セメント比 (%)	単位粗骨材かさ容積 (m ³ /m ³)	曲げ弾性係数 (GPa)		圧縮弾性係数 (GPa)		材齢28日強度 (MPa)		
						材齢28日	材齢91日	材齢28日	材齢91日	曲げ強度	圧縮強度	
A20	硬質砂岩碎石	20	2.67	49.2	0.72	33.6	35.5	33.7	38.3	6.05	42.1	
A40		40	2.67	47.3	0.72	35.3	37.9	35.8	39.1	5.93	45.9	
B20		20	2.63	52.9	0.72	32.4	32.6	30.0	35.4	5.50	37.1	
B40		40	2.64	44.8	0.72	30.2	34.4	31.8	35.1	5.13	46.7	
C20	安山岩碎石	20	2.57	49.8	0.72	29.6	33.2	30.7	33.6	5.58	42.9	
C40		40	2.59	47.0	0.72	30.3	33.0	31.2	35.2	5.65	46.0	
G25	川砂利	25	2.61	43.9	0.72	29.1	32.8	31.5	32.9	5.72	49.0	
G40		40	2.61	31.5	0.72	31.2	33.9	34.6	36.0	6.18	62.9	
LA20	石灰石碎石	20	2.69	49.6	0.72	32.9	33.6	34.5	36.2	5.90	42.3	
LA40		40	2.69	46.2	0.72	35.2	35.5	36.4	37.9	6.44	45.9	
LB20		20	2.70	49.1	0.72	33.8	33.8	36.2	39.7	6.34	43.6	
LB40		40	2.71	44.0	0.72	36.1	37.4	38.5	40.3	6.12	50.8	
LC20		20	2.69	51.2	0.72	34.3	32.6	36.0	35.6	5.38	40.1	
LC40		40	2.70	48.2	0.72	35.1	34.6	40.3	40.0	6.16	46.8	
LD20		20	2.68	50.9	0.72	31.3	32.7	32.8	35.4	5.41	38.1	
LD40		40	2.68	47.8	0.72	32.4	35.2	33.6	37.1	5.11	43.0	
SA		高炉スラグ	20	2.42	37.2	0.72	32.7	34.2	34.2	36.3	6.95	65.2
SB			20	2.73	41.8	0.72	36.2	41.1	40.1	45.1	6.61	57.3
SC	20		2.54	47.8	0.72	32.9	32.7	32.6	36.5	6.03	44.8	
SD	電気炉酸化スラグ	20	3.70	48.4	0.72	37.0	36.7	38.8	40.5	6.01	51.2	
細骨材	川砂		2.52									

3. 結果

試験結果を表1に、材齢28日及び91日における曲げ弾性係数と圧縮弾性係数の関係を図3,4に示す。図中の太線は1:1のラインを表している。材齢に関わらず、曲げ弾性係数と圧縮弾性係数は高い相関を示し、曲げ弾性係数は圧縮弾性係数よりもわずかに小さい傾向が認められた。従って、圧縮弾性係数と曲げ弾性係数は完全に同等であるとは言えない。材齢28日における曲げ強度と曲げ弾性係数の関係を図5に示す。図中の点線は示方書における解説表の値を表している。結果として、示方書と実測値の傾向はおおよそ同じであった。また、曲げ弾性係数、圧縮弾性係数ともに材齢28日より91日の方が大きくなり、平均すると曲げ弾性係数で1.6GPa、圧縮弾性係数で2.6GPaそれぞれ増加した。

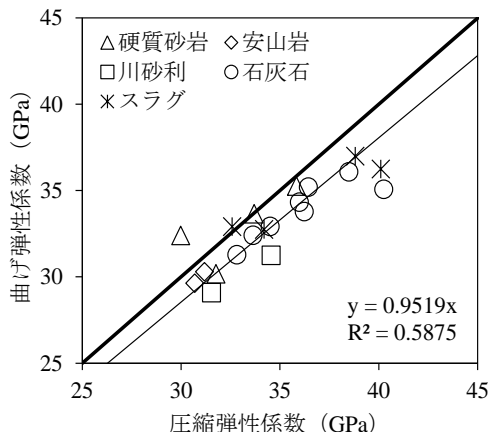


図3 材齢28日の圧縮と曲げ弾性係数の関係

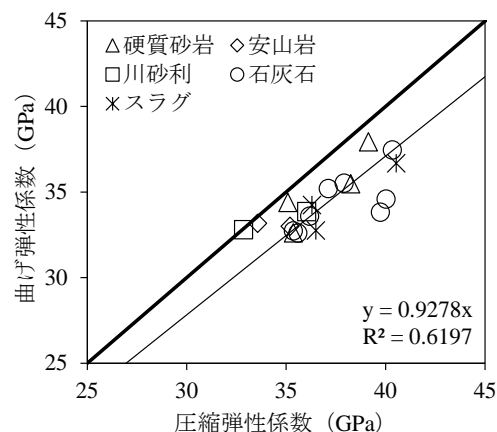


図4 材齢91日の圧縮と曲げ弾性係数の関係

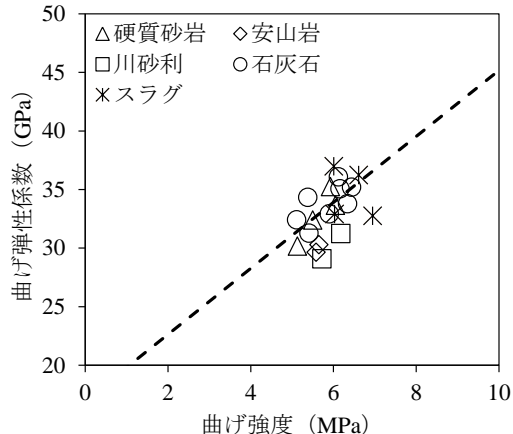


図5 曲げ強度と曲げ弾性係数の関係

4. まとめ

本検討で得られた知見は以下の通りである。

- (1) 現在、コンクリートの曲げ弾性係数と圧縮弾性係数は同一であると見なされているが、本検討の範囲では圧縮弾性係数よりも曲げ弾性係数の方が小さかった。
- (2) 曲げ強度と曲げ弾性係数の関係は示方書における参考表の関係とおおよそ同じであった。

参考文献

- 1) 土木学会：舗装標準示方書, p34, 2007
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー61号 コンクリート標準示方書改訂資料, p230, 1986