

V-247 各種材料を用いたコンクリートの耐摩耗性

北海道開発局土木試験所 正員 ○根本 任宏
同 上 正員 太田 利隆
同 上 正員 今井 益隆

1. まえがき

近年、積雪寒冷地においては、冬期間のスパイクタイヤの装着率の増加に加えて、交通量の増加、車両の大型化などにより、舗装路面の摩耗が著しく、それによって生じる粉塵の環境に及ぼす影響が大きな社会問題となっており、種々の対策が講じられている。舗装の耐摩耗性は、アスファルト舗装に関するものが多く、コンクリート舗装の優位性は認められてはいるが、資料は少なく、その蓄積が望まれている。

本報告は、コンクリートの強度水準が耐摩耗性に及ぼす影響を明らかにする目的で、現在一般に用いられている舗装コンクリート、繊維補強コンクリート、高強度コンクリート、超高強度コンクリート、フライアッシュ混入コンクリートなどについて、強度ならびに凍結融解試験と共に、スパイクラベリング試験を行い耐摩耗性を比較・検討した結果である。

2. 使用材料

試験は、表-1に示す混和材料の種類により、下記の4シリーズとした。

- I：繊維補強コンクリート、II：高強度コンクリート
- III：超高強度コンクリート、IV：フライアッシュ混入コンクリート

セメントは、IIIシリーズを除き、N社製普通ポルトランドセメント、細骨材は錦岡産（a：比重2.91、吸水率1.00、FM2.43）および鶴川産（b：比重2.70、吸水率1.87、FM2.50）の海岸砂、粗骨材は表-2に示す品質の碎石を用いた。

3. 試験方法

1) 配合 配合表を表-3に示す。III-6は、材料が全てプレミックスされており、所要量の水を加えて練り混ぜるものである。

2) 供試体の養生 ラベリング試験用供試体は、材令の差異による影響を除くため、材令14日まで水中養生（20℃）し、以後空中放置（20℃、60％）して、試験2日前に浸水させた。

3) 凍結融解試験 供試体は10×10×42cmのはり型で、所定の材令よりASTM C666水中急速法に従って実施した。

4) ラベリング試験 試験は、図-1に示すスパイクラベリング試験機を使用した。直径2.5mの円盤上に供試体を18個設置して、2本のスパイクタイヤで摩耗させた。タイヤに打込まれたスパイクピンは、a社製ロー付けピンタイプ、フランジ径10mm、高さ15mm、突出量1.5mm、78本打ちである。走行回数は、標準的な3万回のはか6万回、一部のものは9万回まで試験を行なった。試験条件を表-4に示す。コンクリートの摩耗量は供試体1個について5ヶ所の断面積を測定し（図-2）、次式により摩耗深さを求め、摩耗量とした。

表-1 試験に用いた混和材料

	種類と目的	成分	備考
A	A E 剤	天然樹脂塩	
B	コンクリート強化繊維	ポリエチレン	繊維長 30mm
C	"	銅	繊維長 30mm
D	空気非透水性減水剤	リグニンスルホン酸塩	アスベクト比 60
E	コンクリート床面強化剤	塩化金銅量+湿潤剤	
F	高性能減水剤（高強度用）	ポリアルキルアリルスルホン機油	
G	"（"）	高縮合トリアジン系化合物	
H	高強度コンクリート混和剤	セメント系無機化合物	
I	新高性能セメント硬化体材料	高 ³ スラグ	
J	超高強度	"	特殊プレミックス
K	フライアッシュ		苫小厚灰火力発電所
L	A E 減水剤	リグニンスルホン酸塩	
M	補助A E 剤	アルキルアリルスルホン酸塩	

表-2 粗骨材の品質

記号	産地	粒径群 (mm)	比重	吸水率 (%)	洗い水 洗いやり 後の重量 (%)	安定性 試験後の 重量 (%)	粒度分布 (残留累加百分率)									
							40	30	25	20	15	10	5	2.5	(%)	
a	金山	5~15	2.68	1.83	0.23	C 17.1	2.7						0	70	99	100
		15~25	2.68	1.47	0.36	B 15.4	1.5			0	27	73	100			
		5~25	2.68	1.42	0.87	B 19.7	1.9			2	13	44	86	99		
b	白老	5~40	2.67	1.66	0.61	G 17.4	2.3	3	17	28	50	66	81	100		

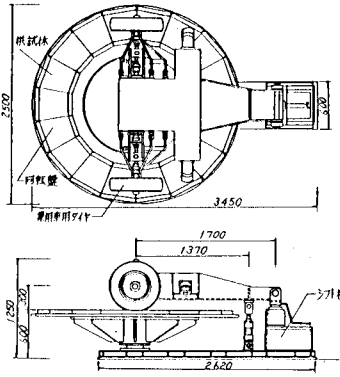


図-1 スパイクラベリング試験機

表-3 コンクリートの配合および試験結果

シリーズ	配合番号	混和材料(粗骨材)	最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	FA/PS比 (%)	単位量水 (kg/m ³)	単位量PS (kg/m ³)	スラブ厚 (cm)	空気量 (%)	弾性係数 (10 ⁴ kgf/cm ²)	圧縮強度 (7日)(kgf/cm ²)	圧縮強度 (28日)(kgf/cm ²)	曲げ強度 (7日)(kgf/cm ²)	曲げ強度 (28日)(kgf/cm ²)	凍結融解 (質量減少率)	摩耗量 (6万回)(mm)	摩耗量 (9万回)(mm)	備考		
I	1 A	a/b	25	39.0	—	—	162	377	4.8	5.5	36.7	38.8	310	411	—	53.7	2.5	94	3.70	5.24	繊維量1.5%
	2 B			43.0	49.0	—	185	430	6.1	6.6	32.8	34.1	272	385	—	53.4	2.5	93	4.37	6.37	
	3 C			49.0	—	—	185	430	4.5	6.5	33.7	37.4	320	431	—	67.5	1.6	95	4.52	6.33	
II	1 D	a/a		35.0	38.0	—	144	411	2.5	2.8	46.3	46.0	417	529	—	—	1.5	97	2.68	3.98	混和剤の表面処理
	2 F			33.9	39.3	—	133	392	7.5	2.3	50.9	52.5	626	792	—	—	0.4	24	1.91	3.10	
	3 G			33.1	39.7	—	127	384	5.0	1.9	51.6	53.6	653	793	—	—	—	30	1.95	3.24	
	4	a/b		33.0	39.2	—	142	430	7.1	2.1	46.9	50.7	703	804	—	—	—	20	2.02	3.37	
	5			30.9	35.1	—	146	472	10.3	1.1	50.3	52.0	719	846	—	—	14.5	42	2.11	3.29	
	6 H			34.4	37.8	—	134	389	7.0	1.9	49.8	48.5	679	817	—	—	—	34	2.06	3.22	
	7	40.4		40.4	—	127	314	5.5	2.3	50.5	51.3	526	683	—	—	2.9	87	2.51	3.77		
III	1	a/a	20.0	50.0	—	140	700	8.0	—	52.5	52.6	714	846	—	—	0	100	1.71	3.25	4.69	
	2		16.9	50.0	—	135	800	4.0	—	55.0	55.8	878	982	—	—	0	99	1.88	3.50	5.03	
	3		17.5	40.0	—	140	800	11.0	—	54.8	55.7	831	1106	—	—	0	101	1.47	3.08	4.30	
	4		17.5	50.0	—	140	800	7.0	—	54.2	55.6	861	1079	—	—	0	100	1.60	3.12	4.56	
	5		18.1	50.0	—	145	800	13.0	—	52.5	55.1	717	967	—	—	0	100	1.56	2.95	4.26	
	6 J		—	—	—	—	—	—	—	—	σ _{1/533}	55.1	51.9	1075	1243	133.8	82.5	0	89	1.32	2.36
IV	1	b/b	40	38.0	31.9	0	134	353	3.9	4.7	—	—	338	469	49.0	56.9	1.4	93	3.44	5.41	圧縮強度は φ15×30の換算値 (H. F. Gonnerman式)
	2 L			43.0	32.6		137	319	3.2	4.1	—	—	320	443	43.5	52.3	1.4	93	3.53	5.58	
	3 M			48.0	33.5		138	288	3.3	4.2	—	—	287	422	38.8	52.0	2.2	92	4.16	6.23	
	4 K			38.0	30.6	129	339	1.8	2.9	—	—	380	490	47.0	54.4	2.2	96	2.90	4.80		
	5			43.0	31.3	133	309	3.3	4.7	—	—	316	399	44.9	50.7	2.3	91	3.33	5.19		
	6			48.0	32.9	130	271	2.2	4.8	—	—	318	407	42.4	49.8	1.3	95	3.80	5.68		
	7		25	43.0	34.8	152	353	2.8	4.4	—	—	389	494	52.1	57.8	1.8	94	2.99	4.65		

摩耗深さ(mm) = 摩耗断面積(mm²) / 摩耗幅(180mm)

4. 試験結果と考察

試験結果を表-3、図-3、4に示した。

1) 強度および凍結融解試験結果 表-1に示した各種混和材料の使用により、圧縮強度385~1243kgf/cm²が得られた。高性能減水剤を使用したコンクリートは、空気量が小さいため耐久性が劣ったが、他のものは耐久的であった。

2) ラベリング試験結果 図-3に走行回数と摩耗量の関係を示した。圧縮強度が500kgf/cm²程度以下のものは、初期の摩耗は大きい、粗骨材の露出に伴って、摩耗量は減少の傾向にあった。しかし、圧縮強度が500kgf/cm²(II、IIIシリーズ)になると摩耗量はアスファルトの場合¹⁾と同様に直線的となるがその量は小さい。また繊維補強コンクリートは耐摩耗性に劣る結果にあった。図-4に示すように、コンクリートの耐摩耗性は、圧縮強度と相関が高く、圧縮強度600kgf/cm²までは著しい改善効果がみられるが、それ以上では効果は小さくなる。コンクリートの圧縮強度を600kgf/cm²とすれば、アスファルトに比べ、摩耗量を1/3程度にすることが可能と思われる。

本実験は、当所舗装研究室所管のスパイクラベリング試験機を使用させて頂いた。ここに謝意を表します。

<参考文献>

1) 久保宏他; スパイクラベリング試験機について

1982年12月 土木試験所月報 16/355

表-4 ラベリング試験条件

温度	±0℃(乾燥)
タイヤ	A社製バイアススノース ベイクタイヤ 6.15-13 4PR
空気圧	1.7kg/cm ²
荷重	320kg/輪+タイヤ自重
速度	40km/h
トルク	加動: 7kg・m 駆動: 11~21kg・m
シフト量	±45mm
シフト速度	往復40秒

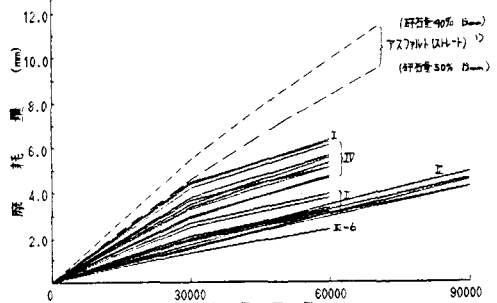
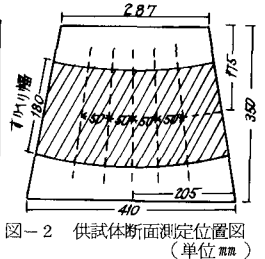


図-3 走行回数と摩耗量の関係

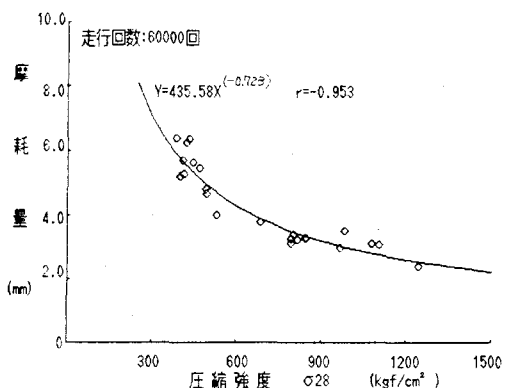


図-4 摩耗量と圧縮強度の関係