

I-47

廃タイヤを用いた弾性舗装の制動、耐久性試験について

(株)日本製鋼所 正員 岩本 隆 志
 (株)日本製鋼所 正員 小野 信 市
 (株)タイテック 正員 大久保 吉雄
 開発土木研究所 正員 三田村 浩
 開発土木研究所 正員 佐藤 昌 志
 開発土木研究所 正員 逢坂 秀 俊

1. 緒言

寒冷地における冬期間の道路表面の氷結はスタッドレスタイヤの普及によりブラックアイスバーン、あるいはミラーバーンと呼ばれる非常に滑りやすい路面となる。これらの氷結路はスリップ事故の多発を招き社会問題とまでなっていて早急な対策が求められている。

本研究は、このような路面凍結問題の対策としてアスファルト舗装表面に廃タイヤからリサイクルされるゴムチップからなる弾性舗装板を適用する事を目的として実施しているものである。

前報では、ラベリング試験によりゴムチップ弾性舗装板がアスファルト材と比較して耐摩耗性にすぐれている事を確認し¹⁾、道路舗装材料としての可能性が示唆された。

本報ではさらに車道用舗装材としての適用可能性を調査するため、舗装材として重要な特性である制動性、および耐久性の評価を行った。

2. 制動試験

(1) 試験舗装

制動性の調査は実際に試験舗装を行い乗用車を使った制動試験により行った。試験舗装は図1に示す通り1m×2mサイズのゴムチップ板を接着剤固定、またはボルト固定によりアスファルト表面に施設した。写真1に幅員6m、全長40mの試験舗装路の一例を示す。ゴムチップ板は廃タイヤを冷凍粉碎したゴムチップをバインダーと混合した後、型枠内で板状にホットプレス成形したものである。本調査では密度を0.7と0.9kg/cm³に変えたゴムチップ板で2種類の試験舗装を行い制動試験を実施した。

図2に使用したゴムチップ板の構造を示す。滑り対策としてタイヤと直接接する上層は透水性を得るため2～4mmのゴムチップを使用し、さらに摩擦係数を向上させるため体積比で30%の焼き砂を混合したうえ、ホットプレス成形時に5mmメッシュの金網を表面にプレスして凹凸を付与している。下層には2mm以下のゴムチップを使用している。なお、密度はゴムチップとバインダーの合計重量と成形された体積から計算した値である。



写真1 ゴムチップ板試験舗装の概観

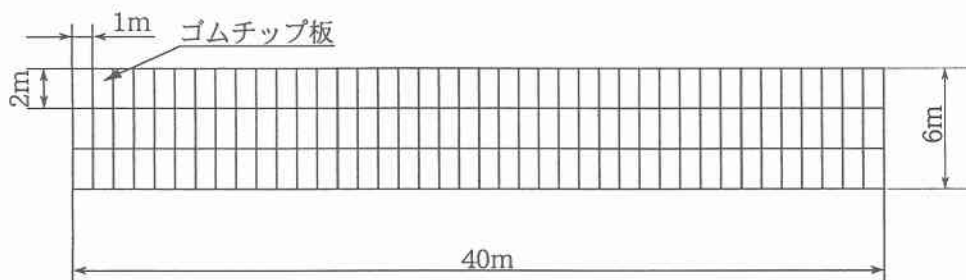


図1 幅員6m、全長40mのゴムチップ板試験舗装施要領

(2) 試験条件

試験は夏、冬の種々の路面状況で乗用車を使って滑り摩擦係数の測定を実施した。滑り摩擦係数は、時速30km/hで走行している乗用車に制動をかけ、全輪をロックして滑る時の減速度をタブレー減速度計で制動中の最大減速度を測定し求めた。また、試験車のドライバーは特定の人に固定し人の違いによるばらつきを排除した。表1は各試験に使用した乗用車の重量、およびタイヤの状況を示した。試験条件詳細は表2の通りでゴムチップ舗装の乾燥、湿潤、圧雪、および氷膜の各路面状況で試験した。また、比較のためにアスファルト舗装の試験も実施した。

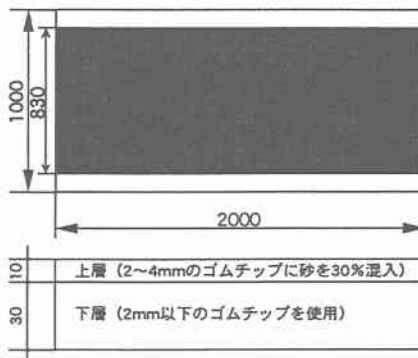


図1 制動試験に供したゴムチップ板の構造

表1 試験車両の主要諸元

	マット密度	車両重量	タイヤ	空気圧	タイヤ溝深さ
冬の制動試験	0.7g/cm ³	1230kg	18570R14 スタッドレス タイヤ (新品)	2.1~2.3 kg/cm ²	9.4~9.6mm
	0.9g/cm ³	1230kg	18570R14 スタッドレス タイヤ (旧品)	1.7 kg/cm ²	6~6.2mm
夏の制動試験	0.9g/cm ³	1230kg	18570R14 夏タイヤ (新品)	2.1~2.2 kg/cm ²	7~7.5mm

表2 制動試験条件

	測定路面	速度 (km/h)	路面状況
冬の制動試験	アスファルト	30	湿潤
			圧雪
	ゴムマット (密度:0.7g/cm ³)	30	湿潤
			粒雪
			自然氷膜
			人工氷膜 (水噴霧1回)
			人工氷膜 (水噴霧2回)
			人工氷膜 (水噴霧3回)
	ゴムマット (密度:0.9g/cm ³)	30	湿潤
			粒雪
夏の制動試験	アスファルト	30	人工氷膜 (水噴霧1回)
			乾燥
	ゴムマット (密度:0.9g/cm ³)	30	表面湿潤
			湿潤
			乾燥
			表面湿潤

(3) 試験結果

図3は冬期における制動試験の結果を示した

ものである。ゴムチップ舗装はゴムチップ板の密度が 0.7 と 0.9 kg/cm^3 の2種類で試験している。路面状況の粒雪はゴムチップ舗装上に雪を $2\sim3\text{ cm}$ のせた状態の路面である。また、自然氷膜は気温 -4°C でゴムチップ舗装上に自然にできた氷結路面であり、人工氷膜は水を散布して得られた氷結路面で散布回数が1回と2回の場合で試験した。さらに大量散水し氷厚 4 mm の人工氷板での試験も実施した。ゴムチップ舗装の滑り摩擦係数は湿潤路面で 0.9 前後で粒雪路面で約 $0.4\sim0.5$ でありアスファルト舗装とほぼ同等の値であった。

一方、氷結路面では自然氷膜では湿潤路面と同等の値で高い滑り摩擦係数が得られ、人工氷膜においても散水回数が1, 2回ともアスファルト舗装圧雪路面並みの値が得られている。これらの傾向は密度が 0.7 と 0.9 kg/cm^3 で変化がなかった。ところが、氷厚が 4 mm となると滑り摩擦係数が 0.2 と低下する。これは、氷膜が厚くなる事で車両通過時のゴムチップ板のたわみによる氷膜の破壊が起こりにくくなるためと考えられる。図4は 密度 0.7 kg/cm^3 のゴムチップ舗装の人工氷膜路面における車両通過回数と滑り摩擦係数の関係を示したもので、車両通過回数の増加とともに滑り摩擦係数が向上する傾向が見て取れ、ゴムチップ板のたわみによる氷膜の破壊が滑りを改善する重要な機構である事が判る。

図5は夏期における制動試験の結果を示

したものである。ゴムチップ舗装は密度が 0.9 kg/cm^3 である。路面状況の表面湿潤とは水に浸したモップで路面を濡らした状態で、湿潤とは水を散布した状態である。ゴムチップ舗装における乾燥路面での滑り摩擦係数は約 $0.8\sim0.9$ で、湿潤状態では約 $0.7\sim0.8$ である。アスファルトとの比較では若干滑り摩擦係数が低い結果であるが実用上問題にならない範囲である。

3. 耐久性試験

(1) 試験舗装

耐久性の調査は制動試験と同様に実際に試験舗装を行い 4 t on車を使って急制動試験により行った。本調査では密度が 0.9 kg/cm^3 で、バインダ量を 10% と 14.2% に変えたゴムチップ板で2種

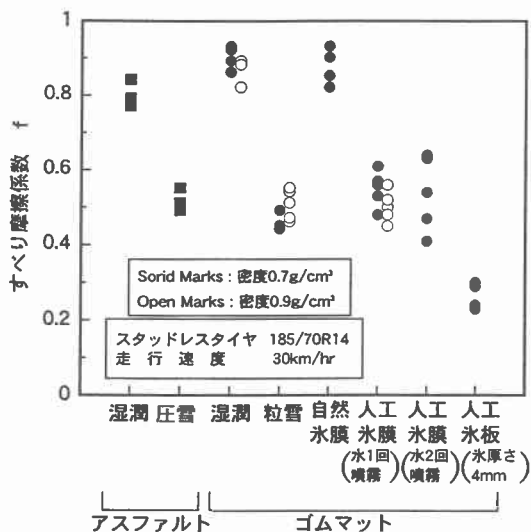


図3 冬期における制動試験結果

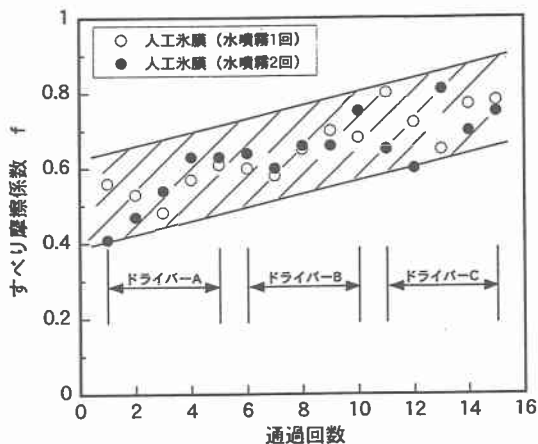


図4 車両通過回数と滑り摩擦係数の関係

類の試験舗装を行い耐久性試験を実施した。図6に使用したゴムチップ板の構造を示す。基本的な構造は制動試験に使用したゴムチップ板と同様であるが、バインダ量14.2%のものについては角の摩耗を改善するため表層の縁部100mmの範囲に砂を混入しなかった。

(2) 試験条件

試験は4ton車を使用し時速30km/hrから全輪をロックさせてゴムマット舗装上を滑らせる急制動の動作を同じ位置で繰り返し110回実施した。急制動試験終了後に被制動部分のゴムチップ板を舗装路から回収し表面の摩耗量を測定した。測定にはダイヤルキャリパゲージを使用し板の厚さを測定して元厚との差で摩耗量を評価した。測定位置は図7に示すように走行方向に対して同方向と直角方向で行った。直角方向については摩耗しやすい縁の近傍50mm位置で測定した。また、測定ピッチは50mmとした。

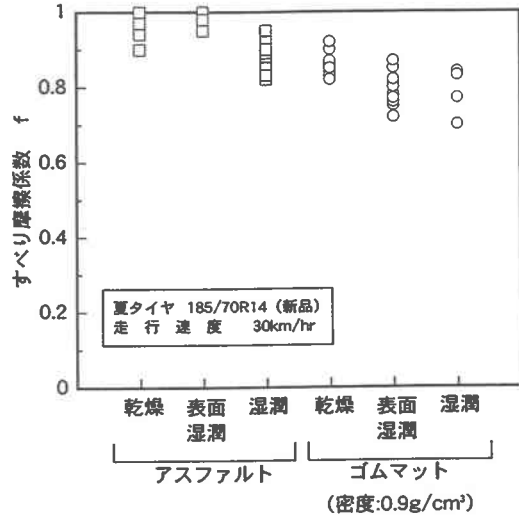


図5 夏期の制動試験結果

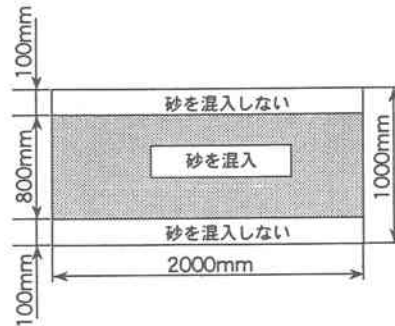
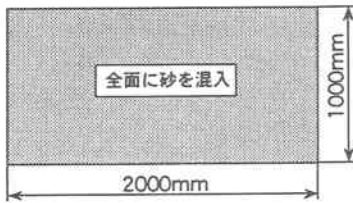


図6 耐久性試験用舗装のゴムチップ板の構造

(3) 試験結果

図8, 9にバインダ量10%と14.2%のゴムチップ板の耐久性試験後の摩耗量測定結果を示す。図8は走行方向と直角方向の摩耗量分布の図であるが、バインダ量が10%のゴムチップ板は急制動試験部位で最大5mmの摩耗が観察された。これに対しバインダ量が14.2%のものは角部にも係わらず摩耗が皆無であった。図9は走行方向の摩耗量分布の図であるが、こちらもバインダ量10%のものが最大4.5mmの摩耗が観察され、角以外の広い範囲で摩耗している。バインダ量14.2%の

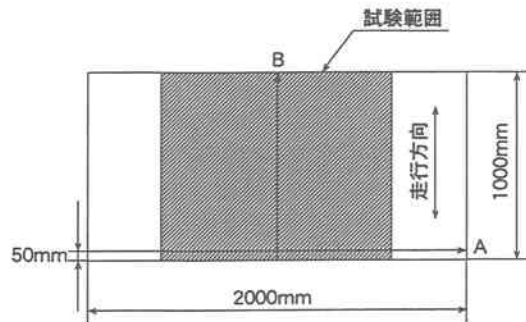


図7 摩耗量の測定位置

ものは摩耗が認められなかった。また、表面を観察すると摩耗の形態は擦り減りと言うよりはむしろゴムチップ粒の脱落であり、バインダ量が10%から14.2%に増えることでゴムチップを繋ぎ止めておく機能が改善されている事が判った。

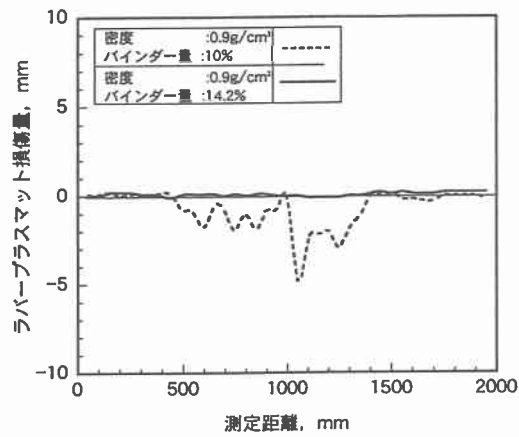


図8 耐久性試験による走行直角方向の摩耗量分布

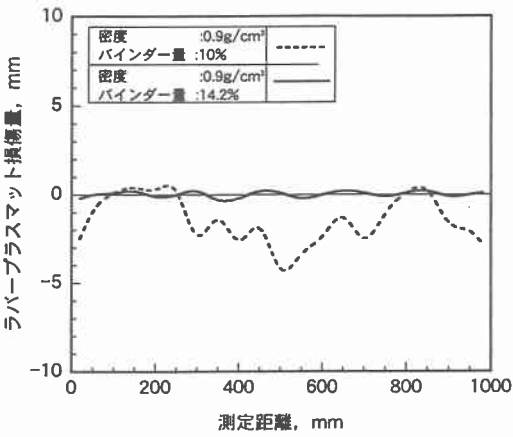


図9 耐久性試験による走行方向の摩耗量分布

4. 圧縮試験

ゴムチップ弾性舗装は冬期の氷結路防止を目的としているため十分なたわみ特性を保有していなければならない。しかし、前項に示した通り耐久性も確保していなければ道路舗装の使用に耐えられない。

耐久性向上のためのバインダ増量がゴムチップ板のたわみ性に及ぼす影響について圧縮試験法により確認した。

(1) 試験条件

試験条件を表4に示す。試験片は密度0.9kg/cm³でバインダ量が10%と14.2%のゴムチップ板より100mm角を切り出した。車両通過時のゴムチップ舗装の歪量はせいぜい10%程度と考えられるが、試験は50%まで圧下した。

表4 圧縮試験条件

試験機	油圧サーボ型疲労試験機
試験片形状	100mm×100mm×40mm
試験速度	0.5mm/sec
圧下率	50%

(2) 試験結果

図10に各バインダ量のゴムチップ板試験片の圧縮試験結果を示す。バインダ量が14.2%のものは10%のものに対して50%圧縮時には約1.5倍の強度がある事が判る。しかし、歪15%程度まではバインダ量の違いでほとんど差がない結果となっている。

(3) 試験結果の評価

耐久性を確保するためにバインダ量を14.2%まで増量することで強度があがるが、約15%までの低歪領域ではたわみ性を阻害するものではない。したがって、バインダ量を増加しても十分なたわみ性と耐久性を両立できる事が判った。

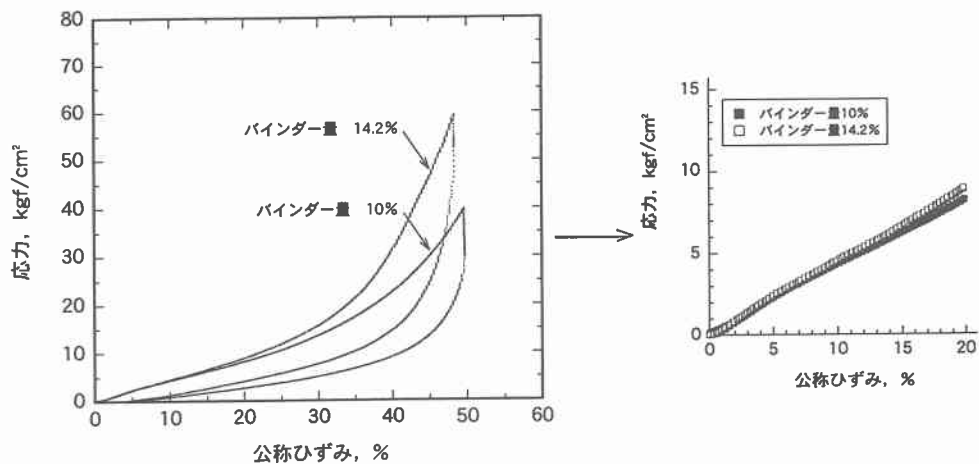


図 10 圧縮試験結果

5. 結言

寒冷地における道路のアイスバーン対策として、アスファルト表面に廃タイヤゴムチップによる弾性舗装の適用を検討するため種々の条件にて制動および耐久性試験を実施した。その結果、密度が 0.7 および 0.9 kg/cm^3 のゴムチップ板は氷結路の滑り摩擦係数を改善する事が確認された。一方、バインダ量を適正に選択すればアイスバーン対策のためのたわみ性を損なう事なく道路舗装としての十分な耐久性を確保する事ができる事が確認できた。

今後、本報で開発されたゴムチップ舗装の実用化を図るため施工法の確立と、一般道への試験舗装による実証試験の計画を進めている。

参考文献

- 1) 小野、大久保、熱海、中井、小林：古タイヤを用いた弾性舗装のラベリング試験と実用化に関する研究、土木学会北海道支部 論文報告集 第54号(A) I-76