

駐車場における芝生舗装の実験調査委託
報告書（平成18年度）
【概要版】

平成18年12月

財団法人 東京都道路整備保全公社

《 目 次 》

1. 全体計画	1
1-1 概要	1
1-1-1 業務名	1
1-1-2 目的	1
1-1-3 履行期間	1
1-1-4 業務項目	1
1-1-5 業務の進め方	2
1-1-6 履行箇所	3
1-2 他の事例整理	4
1-3 事例を踏まえた本実験の方針	9
1-3-1 大阪府における事例の概要	9
1-3-2 兵庫県における事例の概要	10
1-3-3 大阪府および兵庫県の事例における保護材種の整理	12
1-3-4 本実験の方針	13
1-4 コスト調査	13
2. 平成17・18年調査	15
2-1 概要	15
2-1-1 目的	15
2-1-2 調査項目および数量	15
2-1-3 工程表	15
2-2 芝生舗装実験区画設置	16
2-2-1 芝生舗装実験区画設置箇所	16
2-2-2 芝生舗装実験区画設置	17
2-3 調査結果	21
2-3-1 芝生の観察	21
2-3-2 舗装温度調査	36
2-3-3 実験区画使用状況調査	37
2-3-4 利用者意識調査	38
2-3-5 わだち掘れ調査	40
2-3-6 まとめ	42
1. 調査結果のまとめ	42
2. 得られた知見と今後の研究課題	45

1. 全体計画

1-1 概要

1-1-1 業務名

「駐車場における芝生舗装の実験調査（平成 18 年度）委託」

1-1-2 目的

本調査は、廃ゴムタイヤを原料に使用した芝生保護材を用いた駐車場の芝生舗装を行い、芝生の維持管理及び生育観察等を行い、駐車場への芝生舗装導入の適用性に関する基礎データをを得ることを目的としている。

1-1-3 履行期間

自) 平成 18 年 4 月 1 日

至) 平成 18 年 12 月 31 日

1-1-4 業務項目

本調査の業務項目は下記に示すとおりである。

- ① 維持管理
- ② 耐久性観察
- ③ 舗装温度調査
- ④ 実験区画使用状況調査
- ⑤ 利用者意識調査

1-1-5 業務の進め方

業務の進め方のフロー図を図1-1-1に示す。

平成17年度は、主に実験区画の設置、初期養生、冬期から春期における耐久性の確認を行い、平成18年度は、主に春期から秋期における耐久性、温度低減効果の確認を行う。

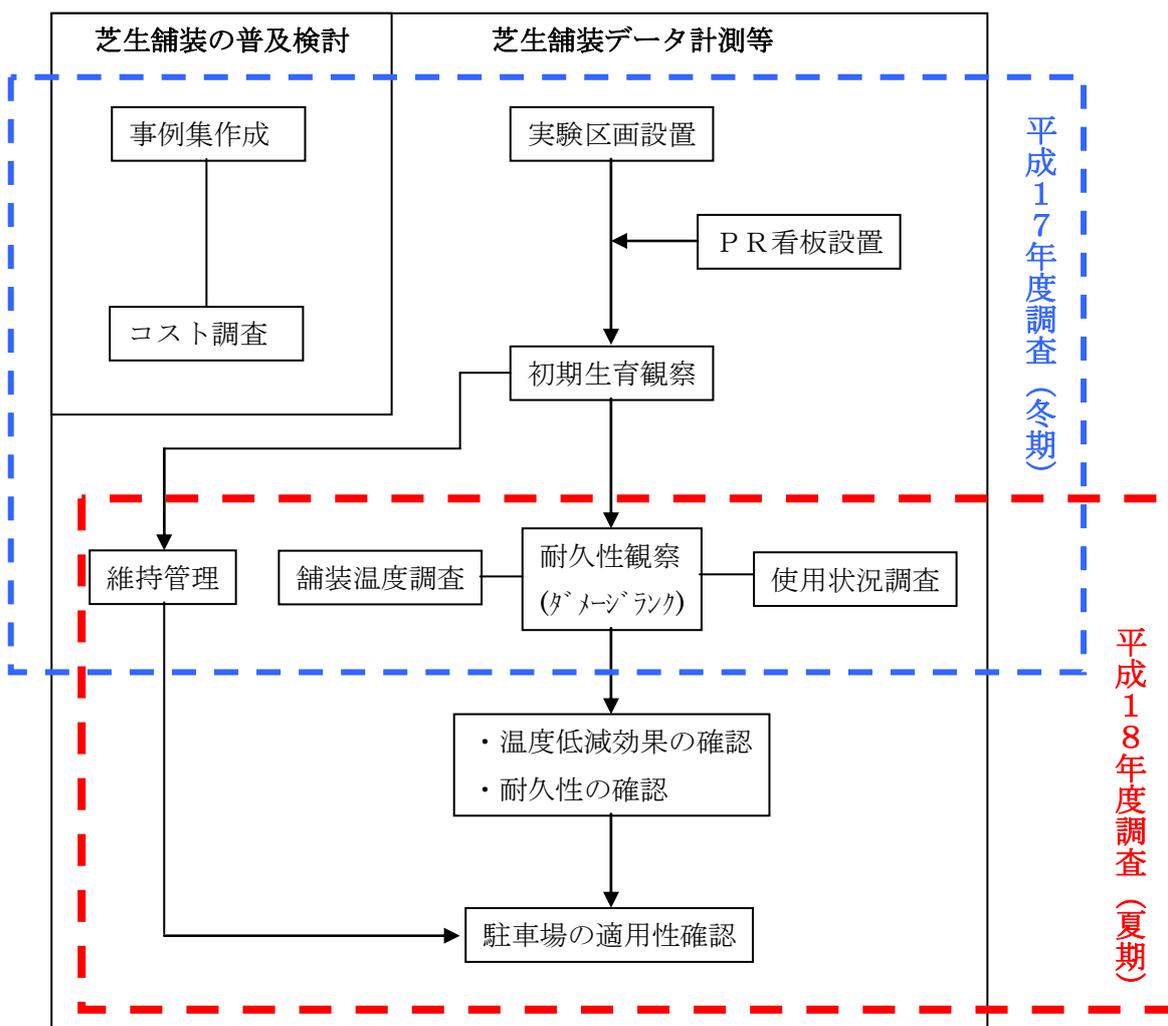


図1-1-1 業務の進め方のフロー図

1-1-6 履行箇所

本調査の履行箇所は、図1-1-2に示すように東京都中野駐車場でいった。



図1-1-2 駐車場における芝生舗装の実験調査委託履行箇所

1-2 他の事例整理

駐車場における他の事例としては、公園の駐車場、オートキャンプ場、ゴルフ場の駐車場の事例が多く、東京近郊の駐車場における芝生舗装の事例を表1-2-1に示す。また、使用している芝生保護材の材質としては、図1-2-1に示すように樹脂・プラスチック、ゴム、その他（ILB、間伐材他）が使用されており、事例からのそれぞれの特徴を表1-2-4に示す。

大阪府では、表1-2-2に示す参画企業と保護材の材質・設置場所において、平成15年11月6日～平成16年9月30日にかけて、来訪車用駐車場の一部21区画を様々な工法を用いて芝生化し、①芝生の生育状況、②芝生による温度低減効果、③駐車場利用者の意識調査を行っている。

なお、近年では平成17年6月から、兵庫県福祉センター利用者用駐車場内の36区画において、表1-2-3に示す参画企業と保護材の材質・設置場所で3年間の維持管理を行い、施工仕様、施工・維持管理費用やヒートアイランド対策効果の評価・検証を目的とした実験を行っている。

表1-2-1 東京近郊の駐車場における芝生舗装の事例

場 所	保護材	緑化率	備 考
東京都立潮風公園 (品川区)	透水性コンクリートブロック	30%	<ul style="list-style-type: none"> ・大型サイズは路盤の安定性大 ・小型サイズは目地段差が発生 ・芝生の根が横につながりにくい ・植生範囲が小さく、生態サイクルを維持できない ・根の成長の阻害
ヒルトン東京ベイ (浦安市)	コンクリート植生ブロック		
談合坂サービスエリア (山梨県)	芝目地レンガ		
ガーデンプラザ新検見川 (千葉市)	インターロッキングブロック	27～47%	<ul style="list-style-type: none"> ・インターロッキングブロックが利用可能
ケーズ電器 (浦安市)	プラスチック (突起タイプ)	100%	<ul style="list-style-type: none"> ・雨による目土の流出 ・輪荷重による破損部分で怪我や事故になりやすい ・部分的に路盤陥没の可能性あり
東京ガス (横浜市)	プラスチック (突起タイプ)		
日本通運新砂ターミナル (江東区)	プラスチック (突起タイプ)		
東京都立葛西臨海公園 (江戸川区)	プラスチック (突起タイプ)		

表 1-2-2 大阪府における参画企業と保護材の材質・設置場所

車室No.	参加企業	保護材種	設置場所
A-1	(株)環境総合テクノス	樹脂・プラスチック系	全面
A-2	横浜ゴム(株)	樹脂・プラスチック系	全面
A-3	アイエルビー(株)大阪営業所	ブロック系	全面
A-4	日本興業(株)	ブロック系	全面
A-5	佐藤道路(株)大阪支店	ブロック系	全面
A-6	阪神園芸(株)大阪支店 東邦レオ(株)	ブロック系	車輪部
A-7	日本メックス(株)関西支店	ブロック系	全面
B-1	(株)E・C・R	樹脂・プラスチック系	全面
B-2	(株)稲治造園工務所 (社)日本造園建設業協会大阪府支部	樹脂・プラスチック系	全面
B-3	(株)永楽園	樹脂・プラスチック系	全面
B-4	進和建设工業(株)	樹脂・プラスチック系	全面
B-5	(株)NATUR (有)三浦緑化工業	樹脂・プラスチック系	全面
B-6	(株)ジャパン緑化 関西支店	樹脂・プラスチック系	全面
B-7	有限責任中間法人 大阪造園業協会	木質系	車輪部
B-8	高分子防水(株)	樹脂・プラスチック系	全面
B-9	(有)クスベ産業	木質系	全面
B-10	中谷産業(株)	木質系	車輪部
B-11	東亜道路工業(株)関西支社	ゴムチップ	全面
C-1	尊農社緑地(株) (株)アイディ	グレーチング系	全面
C-2	特定非営利活動法人 高環境創造支援協会	樹脂・プラスチック系	全面
C-3	(株)テトラ大阪支店 (株)アウトテック	グレーチング系	車輪部

表 1-2-3 兵庫県における参画企業と保護材の材質・設置場所

車室No.	参加企業	保護材種	設置場所	車輪部芝生植生または荷重支持方法
19	三井物産林業(株)	プラスチック(開口)	全面	線支持
20	三井物産林業(株)	プラスチック(開口)	全面	線支持
21	(株)林物産	ブロック系	全面	連続植生
22	奥村組土木興業(株)	ブロック系	車輪部	単独植生
23	マイクロフォレストリサーチ(株)	ブロック系	車輪部	連続植生
24	住友大阪セメント(株)	舗装	車輪部	芝生無し
25	住友大阪セメント(株)	舗装	車輪部	芝生無し
26	鹿島道路(株)	グレーチング系	車輪部	線支持
27, 27前	鹿島道路(株)関西支店 (有)クスベ産業	木質系	全面	連続植生
28, 28前	中條建設工業(株) 西部造園土木(株)	プラスチック(突起)	全面	点支持
29	(株)育種園 兵庫県造園緑化組合連合会	グレーチング系	車輪部	線支持
30, 30前	芝本産業(株)	ブロック系	全面	連続植生
31	(株)NIPPOコーポレーション	ブロック系	全面	連続植生
32	丸善薬品産業(株) (株)NIPPOコーポレーション	プラスチック(開口)	全面	線支持
33	アイエルビー(株) クボタセメント工業(株)	ブロック系	全面	連続植生
34	東邦レオ(株)	ブロック系	車輪部	芝生無し
35	宮崎建設(株)	木質系	車輪部	単独植生
36	(株)きんでん神戸支店	ブロック系	車輪部	連続植生
37	名谷園造園土木(株) 兵庫県造園緑化組合連合会	ブロック系	車輪部	単独植生
38	阪神園芸(株) (社)兵庫県造園建設業協会	ブロック系	車輪部	芝生無し
39	神鋼興産建設(株)	ブロック系	車輪部	連続植生
40	NPOグリーンアライアンス	ブロック系	車輪部	連続植生
41	(株)相建エンジニアリング (株)渡辺緑化エンジニアリング	ブロック系	全面	連続植生
43	日本機動建設(株)兵庫本社	木質系	車輪部	芝生無し
44	日本機動建設(株)兵庫本社	ブロック系	全面	連続植生
45	東急建設(株)神戸営業所 世紀東急工業(株)神戸営業所	プラスチック(突起)	全面	点支持
46	(有)朝霧機工	グレーチング系	車輪部	線支持
47	(株)稲治造園工務所	ブロック系	車輪部	連続植生
48	(株)佐藤渡辺近畿支店 関西造園土木(株)	ブロック系	車輪部	単独植生
49	ケイアール建設(株)	木質系	全面	線支持
50, 50前	タキロン(株)	プラスチック(突起)	全面	点支持
51, 51前	春日システムナーセリー(株) シバタ工業(株) (ひょうご景観園芸産業研究会)	木質系	全面	線支持
52, 52前	(株)グリーンスペース	プラスチック(突起)	全面	点支持
53, 53前	芝本産業(株)	ブロック系	車輪部	連続植生
54	(株)対馬造園店 (社)兵庫県造園建設業協会	ブロック系	全面	単独植生
55	(株)池内工務店	木質系	車輪部	芝生無し
通路	(株)林物産	ブロック系	全面	連続植生

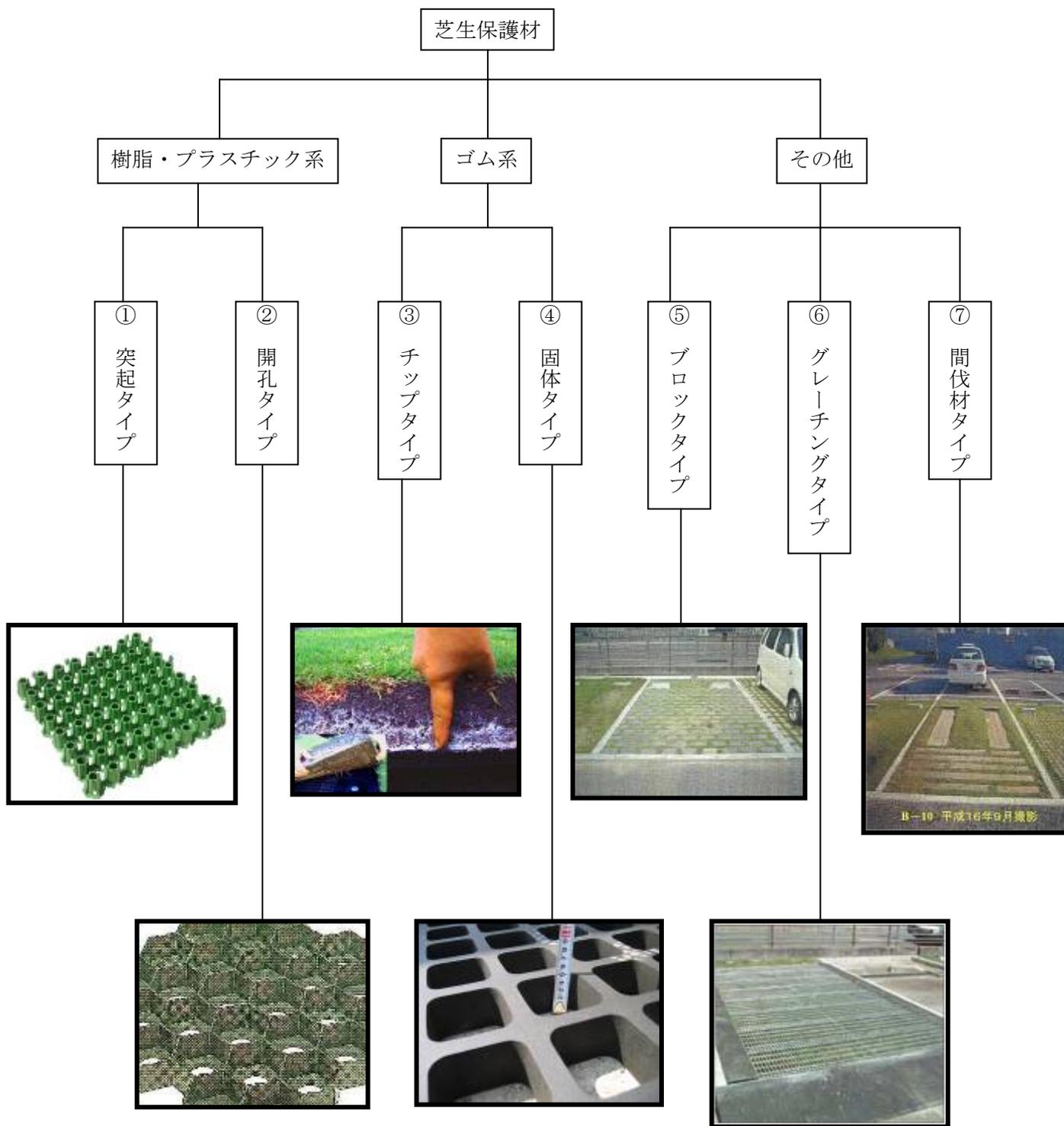


図 1-2-1 芝生保護材の材質別形状

表 1-2-4 事例による保護材種別の特徴

保護材種 (No.)	事例による特徴	
①	<ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が大 (100%) ・ 輪荷重による破損部分で怪我や事故の可能性があり ・ 雨による雨水の流出 ・ 部分的に路盤陥没の可能性 	
②	<ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が大 (100%) ・ 輪荷重による破損部分で怪我や事故の可能性があり ・ 雨による雨水の流出 ・ 部分的に路盤陥没の可能性 ・ 閉鎖空間による生育不良の可能性 	
③	<ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が大 (100%) ・ 輪荷重による芝生の破損の可能性があり ・ 供用データが少ない 	
④	<ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が中 (60%) ・ 閉鎖空間による生育不良の可能性 ・ 部分的に路盤陥没の可能性 ・ 供用データが少ない 	
⑤	<p>【植栽ブロック】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が小 (30%程度) ・ 保護材の温度低減効果が期待できない ・ 閉鎖空間による生育不良の可能性 ・ 雨天時の歩行性が良好 ・ ブロック毎の段差発生の可能性 	<p>【インターロッキング】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が小 (27~47%) ・ 保護材の温度低減効果が期待できない ・ 雨天時の歩行性が良好 ・ ブロック毎の段差発生の可能性
⑥	<ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が大 (100%) ・ 保護材の温度低減効果が期待できない ・ 踏圧に対する抑制力が大 ・ 排水効果が大 ・ 女性のハイヒールによる歩行の安全性が懸念される ・ 段差による歩行の安全性が懸念される 	
⑦	<ul style="list-style-type: none"> ・ 芝生面積が小~中 (27~65%) ・ 保護材の温度低減効果が期待できない ・ 雨天時における歩行性 (すべり) の安全性が懸念される 	

1-3 事例を踏まえた本実験の方針

1-3-1 大阪府における事例の概要

保護材タイプが、樹脂・プラスチック（10区画）、ゴムチップ（1区画）、ILB（5区画）、間伐材（3区画）、グレーチング（2区画）の計21区画について、温度調査、芝生の生育調査を行っている大阪府の事例を簡略して下記に示す。

① 温度低減効果

各タイプの表面温度は、アスファルト表面温度に比べ低く、温度低減効果が確認された。しかし、芝生の生育が悪いタイプにおいても表面温度が低くなる傾向が見られることから、温度低減効果は、芝生の生育状態の良否より、植生があること自体に関係していると推察している。

また、ILB、間伐材、グレーチングを保護材（補助資材）として使用している箇所において、保護材（補助資材）の温度測定も行っている。その結果、保護材（補助資材）の温度低減効果は期待できず、芝生面積の比率が大きいものが表面温度の低減効果に優れていると述べている。

② 芝生の生育状況に関する考察

全体的に、踏圧による土壌の固結と芝の磨り減りや枯れが目立ち、保護材が樹脂・プラスチックの区画では、利用頻度の多さに耐えきれず、保護材自体の磨り減りや沈下、また、降雨の跡などに土が流防し基盤材が浮き出した事例も見られている。

駐車時にタイヤの通る轍部を中心に傷みが目立ち、特に前輪と後輪の両方で踏まれる前面部分が特に傷みが目立っている。これについては、ILB、間伐材、グレーチング等の保護材が、有効であるとしている。ILBの場合、全面に配すると雨天でも歩きやすい構造となり、利用面の効果も確認されたとしている。また、敷設方向を一定しない場合の方が車輛の荷重が分散され、芝生の生育にプラスになると推察している。一方、保護材にグレーチングを使用した場合は、踏圧に対する抑制効果が大きく、雨天時の排水も良好であるとしているが、段差や女性のハイヒールによる歩行の安全性が懸念され、利用面での改善が必要としている。

今後、駐車場の芝生化は、比較的利用頻度の少ない場所が適していると述べている。

1-3-2 兵庫県における事例の概要

保護材タイプが、樹脂・プラスチック（7区画）、シラス平板（2区画）、コンクリート・ILB（18区画）、間伐材（6区画）、グレーチング（3区画）の計36区画について、温度調査、芝生の生育調査を行っている兵庫県の事例を簡略して下記に示す。

① 温度低減効果

温度低減効果の評価は、アスファルトと比較すると全てのタイプで効果が見られた。保護材タイプでは、点支持または線支持により荷重を支える保護材タイプ（全面芝生タイプ）の評価が高く、中でも、十分に芝生が成長し緑被面積率がほぼ100%となっているものの評価が高い。それに対して、ブロックなどで荷重を支える保護材タイプは、芝生が十分に成長した場合でも、保護材が高温になることが影響し平均表面温度が高温となっている。

また、芝生等の種類と保護材の種類の組み合わせによって温度低減効果に大きな差異は見られないが、芝生等の種類では、野芝・高麗芝系が幾分評価の高い結果となり、保護材の種類別では、プラスチック、自然系素材（間伐材）、グレーチングを使用したものが、幾分評価の高い結果となっている。

② 芝生の供用性

兵庫県の事例における調査期間中の駐車場の利用は、0～150（分/日）と利用頻度に偏りが見られる。60（分/日）以上の利用の多い車室は11車室であり、多くの車室は20（分/日）程度の利用が多く、車室あたりの利用時間は38（分/日）の結果であった。

この利用状況下で下記の考察がされている。

- ・ 約半分の車室において緑被面積率が75%以上であり、緑被面積率が50%以下の車室は、3区画であった。
- ・ プラスチック系の保護材で緑被面積の小さいものがあつた。
- ・ 自然系素材（間伐材）を保護材として使用した車室は、緑被面積が大きかつた。
- ・ 芝生等の種類によって、植被度の差は見られなかつたが、高麗芝系を採用した車室が幾分良好な評価が多かつた。

以上のように大半の車室において良好な供用性の評価がされている。しかし、生育状況調査結果一覧表を芝種、車室タイプ、保護材の材料種別にまとめると、表1-3-1～表1-3-3に示すとおりであり、車室利用時間を考慮すると、芝生等の種類では、暖地型芝および暖地・寒地型芝の混植が供用性に有効で、車室タイプでは、部分芝生タイプおよび車輪部補強タイプが供用性に有効で、保護材の材料種では、ブロック系、グレーチング系および木質系が供用性に有効であると思われる。

表 1-3-1 芝種と緑被面積率

芝種	評価	緑被面積率（緑被面積／緑化可能面積）			備考 （車室利用時間）
		75%以上	50～75%	50%以下	
暖地型芝		53.6% (15/28)	35.7% (10/28)	10.7% (3/28)	利用大の 10/11 車室含む
寒地型芝		0.0% (0/2)	100.0% (2/2)	0.0% (0/2)	利用小
暖地・寒地型芝（混植）		100.0% (3/3)	0.0% (0/3)	0.0% (0/3)	利用大の 1/11 車室含む
多年草		66.7% (2/3)	33.3% (1/3)	0.0% (0/3)	利用小

表 1-3-2 車室タイプと緑被面積率

車室タイプ	評価	緑被面積率（緑被面積／緑化可能面積）			備考 （車室利用時間）
		75%以上	50～75%	50%以下	
全面芝生タイプ		55.6% (5/9)	33.3% (3/9)	11.1% (1/9)	利用大の 1/11 車室含む
部分芝生タイプ		62.5% (5/8)	25.0% (2/8)	12.5% (1/8)	利用大の 2/11 車室含む
車輪部補強タイプ		52.6% (10/19)	42.1% (8/19)	5.3% (1/19)	利用大の 8/11 車室含む

表 1-3-3 保護材の材料種と緑被面積率

保護材種	評価	緑被面積率（緑被面積／緑化可能面積）			備考 （車室利用時間）
		75%以上	50～75%	50%以下	
プラスチック系		42.9% (3/7)	42.9% (3/7)	14.3% (1/7)	利用大の 1/11 車室含む
ブロック系		50.0% (9/18)	38.9% (7/18)	11.1% (2/18)	利用大の 8/11 車室含む
舗装系		50.0% (1/2)	50.0% (1/2)	0.0% (0/2)	利用小
グレーチング系		66.7% (2/3)	33.3% (1/3)	0.0% (0/3)	利用小
木質系		83.3% (5/6)	16.7% (1/6)	0.0% (0/6)	利用大の 2/11 車室含む

③ 景観性

景観性の評価が高いタイプは、緑被面積率が大きいタイプとデザイン性の良いタイプの 2 タイプに分かれた。

景観性の評価が高いタイプのコメントは、「芝が美しい」「芝の生育が良い」「芝の管理がよい」等の良好な芝生の生育に対するものと、「保護材と芝生の調和が良い」「芝の面積が広い」「木や石を使って感じがよい」等のデザイン面に対するものがあった。

逆に、景観性の評価が低いタイプのコメントは、「芝の生育が悪い」「芝が伸びすぎ」等の芝生の生育不良や管理不足に対するものと、「保護材が目立ちすぎ」「保護材の色が暗い」等のデザイン面に対するものがあった。

1-3-3 大阪府および兵庫県の事例における保護材種の整理

大阪府の事例（21種類）および兵庫県の事例（36種類）を全面芝生タイプ・部分芝生タイプ・車輪部補強タイプの3種類および使用芝種別に分類して、占有率を求めた結果を表1-3-4に示す。

この結果、平成15年度に実施した大阪府の事例と平成17年度に実施した兵庫県の事例を比較すると、全面芝生タイプが57.1%から25.0%と実施された面積が小さくなっているのに対して、車輪部補強タイプ20%から53%と実施された面積が大きくなっている。また、使用している芝種は、大阪府の事例と兵庫県の事例ともに暖地型芝の使用が77%以上で多く使用されているが、兵庫県の事例では、寒地型芝や多年草などの種類も多少であるが使用されている。

表1-3-4 タイプ別の実施占有率

事例別 タイプ	大阪府の事例 (平成15年度)	兵庫県の事例 (平成17年度)
全面芝生タイプ 	57.1% (12/21)	25.0% (9/36)
部分芝生タイプ 	23.8% (5/21)	22.2% (8/36)
車輪部補強タイプ 	19.1% (4/21)	52.8% (19/36)
暖地型芝	85.7% (18/21)	77.7% (28/36)
寒地型芝	0.0% (0/21)	5.6% (2/36)
暖地・寒地型芝 (混植)	14.3% (3/21)	8.3% (3/36)
多年草	0.0% (0/21)	8.3% (3/36)

1-3-4 本実験の方針

東京都土木技術研究所では、平成15年度より、歩道の芝生舗装化を念頭に実験を行っている。その実験では、歩行における足腰への負担の軽減や、道路利用の循環リサイクルの一環として、原料を廃ゴムタイヤで作製した芝生保護材を使用している。その形状は、(財)日本環境協会エコマーク事務局が植生可能な舗装用ブロックの基準に定めている「舗装用ブロックであって、植物根の成長が可能な開口部分の投影面積が30%以上であり、かつ客土面積が60%以上であること」に準じて、開口率60%の芝生保護材で、その開口形状が35×35mm、75×75mm、100×100mmの3タイプ、厚さ20mmと50mmの計6タイプで行っている。

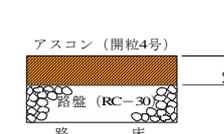
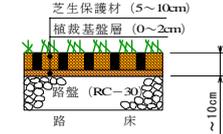
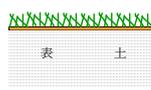
本実験で使用する保護材は、①芝生舗装化によるヒートアイランド抑制効果の大きい芝生面積の大きい保護材、②リサイクル製品であること、③利用者の安全性、の3項目を念頭に大阪府で行った事例、東京都土木技術研究所の動向を踏まえて決定した。樹脂・プラスチック系の保護材は、破損の恐れがあり、利用者の安全性に劣ること。ブロック系の保護材は、芝生面積が小さく、ヒートアイランド抑制効果が小さくなる恐れがあること。グレーチング系では、利用者の歩行性が懸念されること。これらのことから、大阪府での事例のない、原料を廃ゴムタイヤで作製した芝生保護材を使用することとした。

また、大阪府の事例で、駐車時にタイヤの通る轍部を中心に傷みが目立ったことから、車輪通過の轍部にコンクリートを使用したタイプと使用しないタイプを設け、芝生の植生や車による踏圧を考慮して、保護材厚さ10cm、5cmのタイプおよび保護材厚さ5cmの下部に植生土壌を設けた場合と設けない場合の計6タイプとした。

1-4 コスト調査

コスト調査は、アスコン、芝生舗装、公園芝生地を対比して行った。なお、維持管理では、中野駐車場において実績が少ない為、東京都土木技術研究所の芝生舗装実験区画の実績値を使用した。その結果を表1-4-1に示す。

表1-4-1 コスト調査結果（単価比較）

断面図		アスファルトコンクリート	芝生舗装	公園芝生地（参考）
				
施工単価	条件	・1,000㎡/日程度の機械施工 ・透水性舗装	・廃タイヤゴム保護材（底面加工有り・無し）使用 ・中野駐車場実験施設（55.5㎡程度）施工実績 ・寒地型単独で播種から生育 ・3ヶ月間程度の閉鎖養生	・500㎡/日程度の人力施工 ・暖地型単独で張り芝 ・保護材等は設置無し ・植栽土壌は公園内表土
	金額	2,108 円/㎡*	84,855 円/㎡*	924 円/㎡*
維持管理単価	条件		・土研構内実験（36㎡程度）実績 ・寒地型芝単独植栽 ・毎年秋に寒地型芝種の追い蒔き	・「都立公園維持管理技術指針」準拠 ・暖地型芝単独植栽 （・5年に1回閉鎖養生による大規模補植）
	金額	80 円/㎡/年*	9,276 円/㎡/年*	479 円/㎡/年*
T.C.(10年間)		2,908 円/㎡*	177,615 円/㎡*	5,714 円/㎡*

*施工単価は直接工事費、維持管理費は直接委託費ベース

芝生舗装実験区画設置工事費の7割程度を芝生保護材の材料費が占めていることから、芝生保護材のコスト低減の可能性を検討した。その検討は、最低単価で出来る最小注文枚数を確認する方法で行い、従来の打ち抜き方法と使用材料の低減が可能な金型枠による方法を検討した。

従来の打ち抜き方法は、東京都土木技術研究所の芝生舗装実験と今回の実績がある。金型枠による方法では、「①廃ゴムタイヤに一部生ゴムを練り込む。②抜き勾配が必要となる。③一部打ち抜きが必要になる。」等の条件が必要となる。ここでの問題は、「①廃ゴムタイヤに一部生ゴムを練り込む。②抜き勾配が必要となる。」の2項目であり、金型枠から損傷無く抜き取れる最小の生ゴム量や、抜き勾配で開口部分の形状どの程度影響が見られるかは、実際に作製しないと判断出来ないことから、今後の課題となる。

コスト低減の検討結果は、表 1-4-2 に示すとおりであり、最小注文枚数と今回注文した金額に対するパーセントとして単価に表した。また、底面形状の型枠は今回の実験時に計上したので金額はかからないが、金型枠方法の型枠は、初期投資として、次回注文時に発生する。

表 1-4-2 コスト低減の検討結果

材種項目		方法項目		従来方法		金型枠方法	
		50t×1000×1000	50t×1000×1000	枚数	単価	枚数	単価
底面加工有り	50t×1000×1000	200	97.4%	100	51.7%		
底面加工無し	50t×1000×1000	200	93.3%	100	38.5%		

表 1-4-2 のコスト低減の検討結果から、底面加工無しの金型枠方法が最も安い材料費となった。この値を使用して、将来汎用化した場合の工事費（ゴム固体タイプ）と大阪府事例の工事費との比較を行ったものを表 1-4-3 に示す。

表 1-4-3 大阪府事例における参考価格（1㎡当たり）

タイプ 価格	樹脂・ プラスチック系	ゴムチップ タイプ	ブロック タイプ	グレーチング タイプ	間伐材 タイプ	ゴム固体 タイプ
最大価格	29,166		37,500		17,000	
最小価格	10,333		11,625		11,667	
平均価格	19,416	33,333	24,708	25,000	14,333	28,655 ^{注)}

注) イニシャルコストを含まず。金型枠方法の底面加工無し。55.5㎡施工から算出
表 1-4-3 の結果から、今回使用した保護材タイプが将来汎用化された場合は、大阪府の事例で芝生の生育状況が良好な結果であったブロックタイプおよびグレーチングタイプの保護材と同程度の工事費であることがわかる。

2. 平成17・18年度調査

2-1 概要

2-1-1 目的

本調査は、原料に廃ゴムタイヤを使用した芝生保護材を用いた駐車場の芝生舗装区画設置を行い、温度計測、生育観察、使用状況調査、耐久性観察から、初期生育の評価、冬期における耐久性評価を行い、駐車場への芝生舗装導入の適用性に関する基礎データを得ることを目的としている。

2-1-2 調査項目および数量

調査項目および数量は、表2-1-1に示すとおりである。

表2-1-1 調査項目および数量

項 目	数量	備考
芝生舗装実験区画設置工	6区画	1式
	看板設置	1式
	雨水処理対策	1式
芝生舗装データ計測等	3区画	
	芝生の生育観察及び維持管理	1式
	舗装温度等調査	10月末迄
	実験区画使用状況調査	監督員指示
芝生舗装の普及検討	利用者意識調査	1日
	事例集作成	1式
データ整理及びまとめ	コスト調査	1式
		1式

2-1-3 工程表

平成17年度業務の工程表を表2-1-2に示し、平成18年度業務の工程表を表2-1-3に示す。

表2-1-2 平成17年度業務の工程表

項 目	6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月		
	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	
芝生舗装実験区画設置工																					
保護材作製			■	■	■	■	■	■													
実験区画設置(6区画)									■	■											
養生									●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
看板設置									●												
雨水処理対策									-												
芝生舗装データ計測等																					
芝生の生育観察及び維持管理										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
舗装温度等調査										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
実験区画使用状況調査																	-	-	-	-	-
利用者意識調査																					●
芝生舗装の普及検討																					
事例集作成					■	■	■	■													
コスト調査													■	■	■	■	■	■	■	■	■
データ整理及びまとめ																					

表 2-1-3 平成 18 年度業務の工程表

項 目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20
観 察	●	●	●	●	●	●	●		
温度計測	●	●	●	●	●	●	●		
利用状況調査	●		●	●	●	●	●		
アンケート調査				●	●				
芝刈り・施肥・除菌等	●	●	●	●	●	●	●	●	
散 水	← 1~2回/週		← 2~3回/週		← 毎朝		← 2~3回/週		
データの整理及びまとめ								←	

2-2 芝生舗装実験区画設置

2-2-1 芝生舗装実験区画設置箇所

芝生舗装実験区画設置箇所は、東京都中野駐車場内において図 2-2-1 に示す箇所に設置した。



図 2-2-1 芝生舗装実験区画設置箇所

2-2-2 芝生舗装実験区画設置

① 芝生舗装実験区画設置の平面図および断面図

芝生舗装実験区画設置平面図は、**図 2-2-2** に示す。

芝生舗装実験区画設置断面は、車輛進入路用のタイヤ下コンクリート版（以下C o 版）無し（タイプⅠ～Ⅲ）を**図 2-2-3**に、C o 版有り（タイプⅠ'～Ⅲ'）を**図 2-2-4**に示す。

なお、タイプⅠおよびタイプⅠ'は、厚さ 10cm の底面加工を施した保護材を使用し、タイプⅡおよびタイプⅡ'は、2cm の黒土+砂の層の上面に厚さ 5cm の底面加工を施さない保護材を使用し、タイプⅢおよびタイプⅢ'は、厚さ 5cm の底面加工を施した保護材を使用した断面である。各タイプともに、保護材設置後に、黒土+砂（1:1）を開口部に充填し、その後に播種を行った。

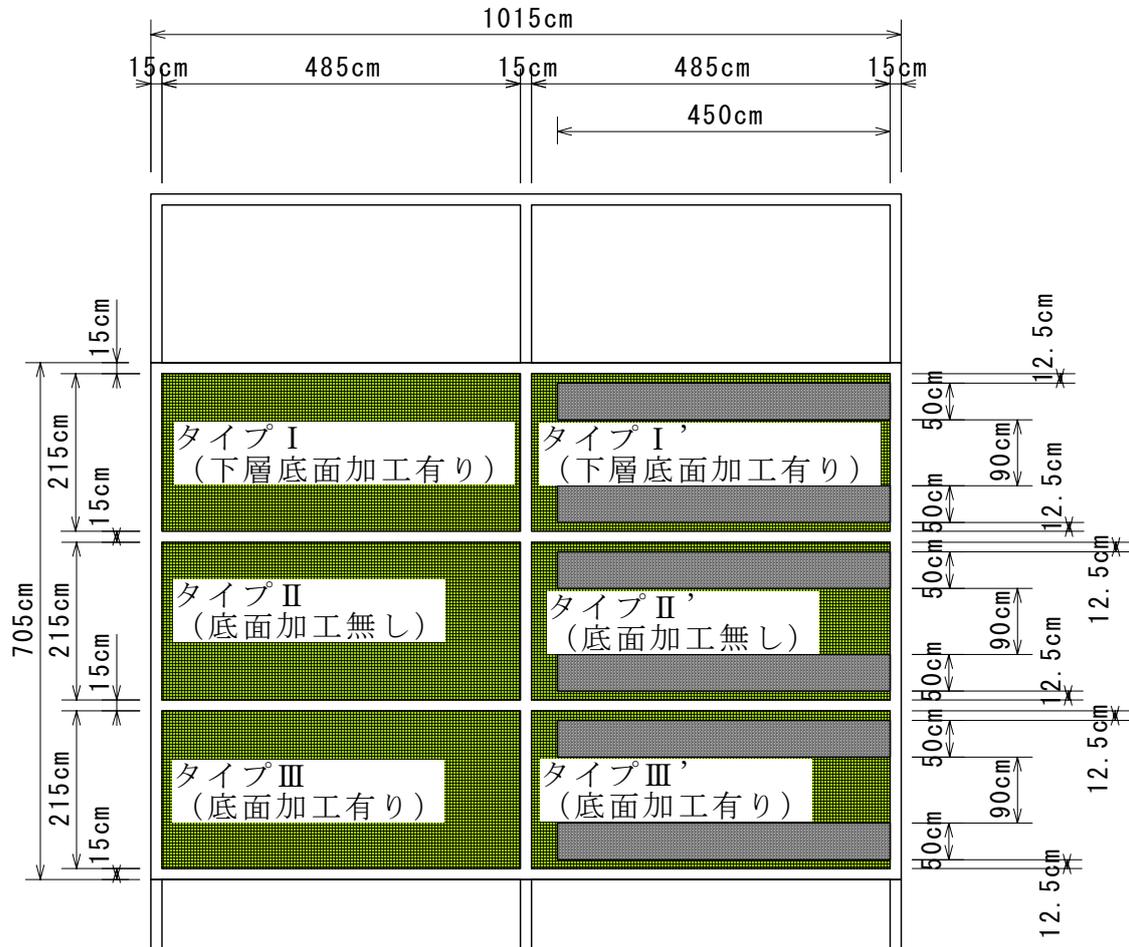


図 2-2-2 芝生舗装実験区画平面図

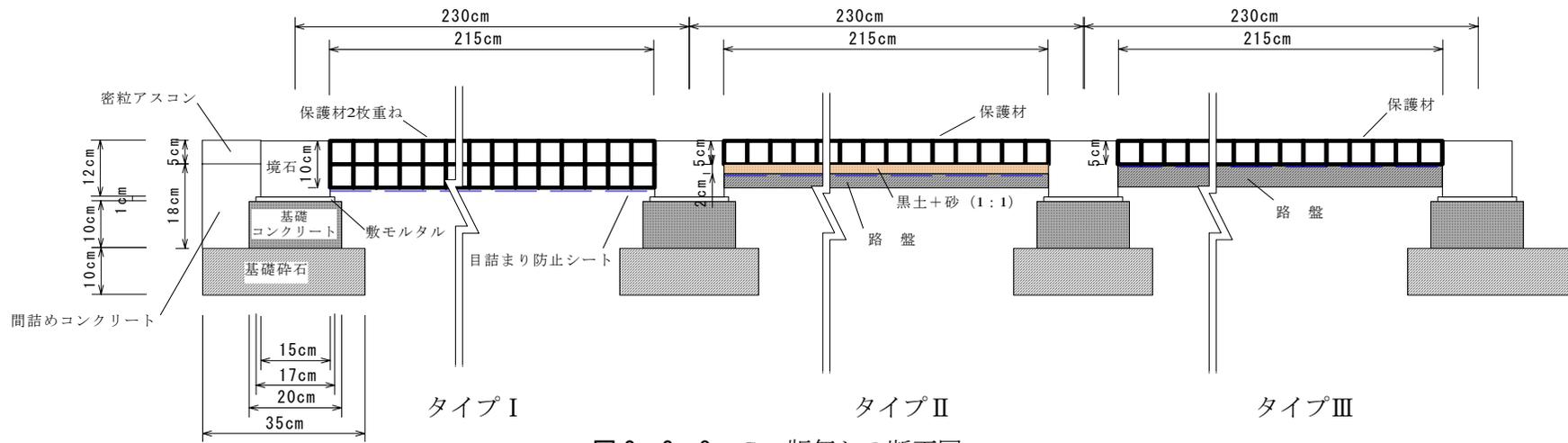


図2-2-3 C.O.版無しの断面図

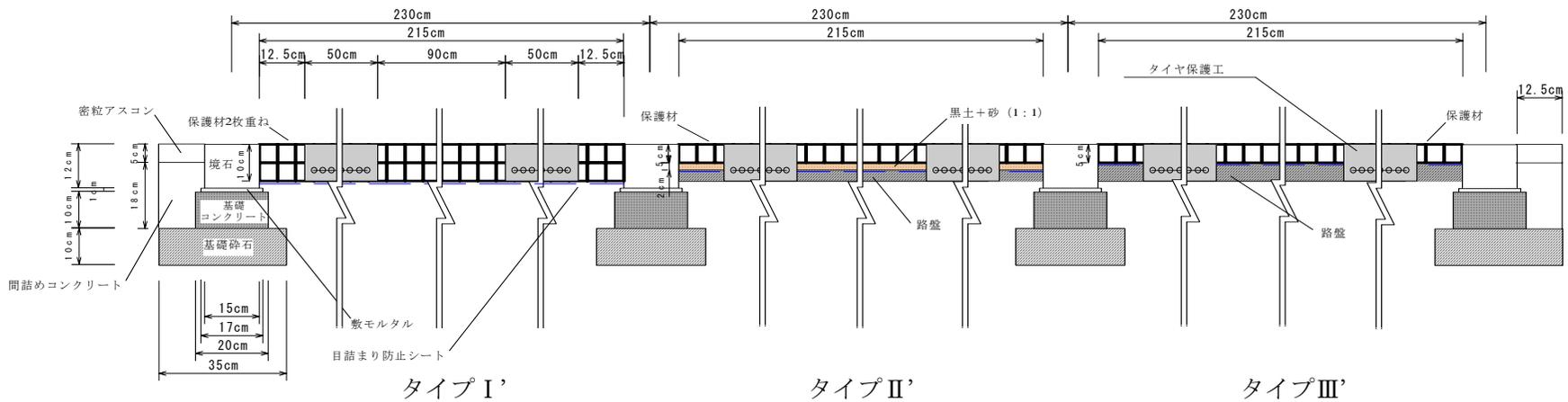


図2-2-4 C.O.版有りの断面図

② 芝生舗装実験区画設置のフロー図及び状況写真

芝生舗装実験区画設置における工事のフロー図を図2-2-5に示す。また、播種後47日後の写真を写真2-2-1および写真2-2-2に示す。

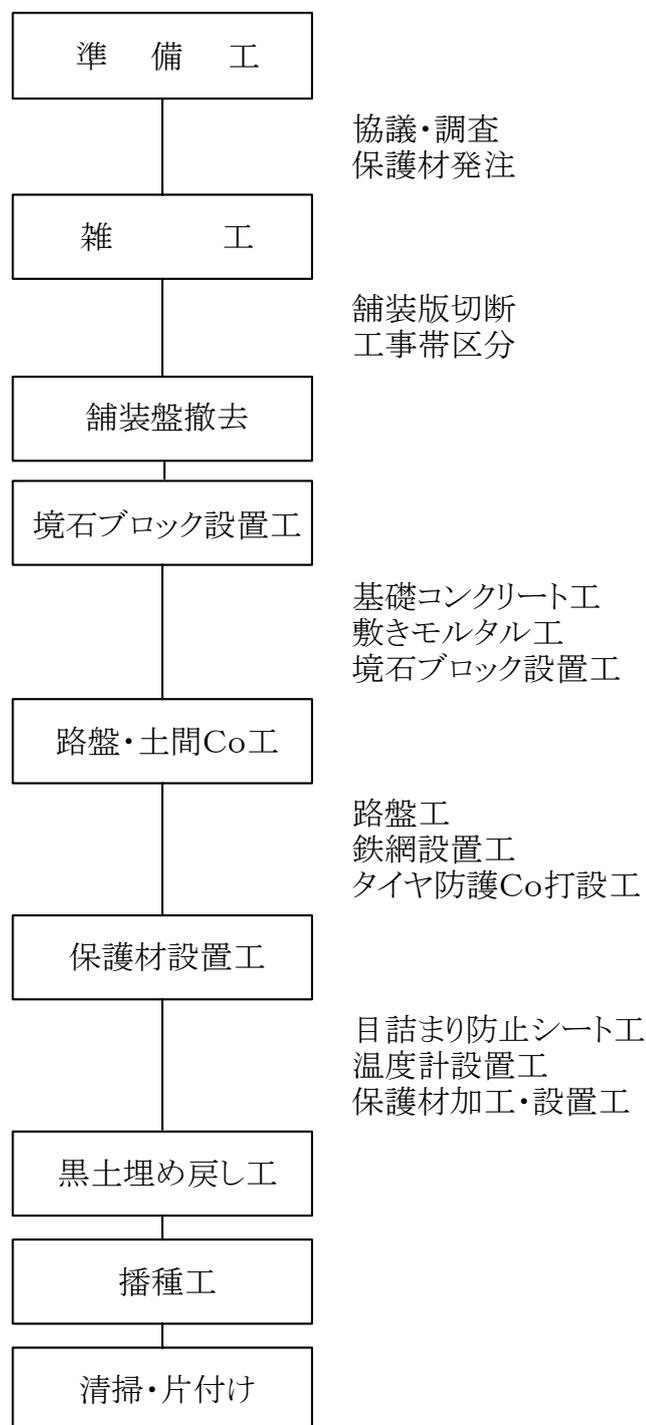


図2-2-5 芝生舗装実験区画設置のフロー図



写真 2-2-1 播種後 47 日後状況（タイヤ防護C o 版無し側）

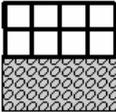
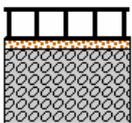
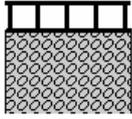


写真 2-2-2 播種後 47 日

2-3 調査結果

調査は、東京都中野駐車場に構築した6タイプ(図2-2-2参照)について行った。その概要を表2-3-1に示す。

表2-3-1 調査対象タイプの概要

タイプ	タイヤ防護C o 版の有無	断面図
タイプ I	無し	 保護材2枚重ね(10cm) 路盤
タイプ I'	有り	
タイプ II	無し	 保護材1枚(5cm) 黒土+砂(2cm) 路盤
タイプ II'	有り	
タイプ III	無し	 保護材1枚(5cm) 路盤
タイプ III'	有り	

2-3-1 芝生の観察

芝生の観察は、養生シート(寒冷遮)を播種後1ヶ月間設置している為に、養生シートを撤去した後より生育観察を実施した。なお、芝生の養生(立入規制)は1/16(月)までの2ヶ月半程度の期間実施し、それ以降は、ダメージ観察に切り替えた。

芝生の生育観察およびダメージ観察の日程を表2-3-2に示す。

表2-3-2 芝生の生育観察およびダメージ観察の日程

項目		観 察 日														
平成17年度	生育観察	日付	11/25 (金)	12/12 (月)	12/26 (月)	1/13 (金)										
		播種後(日)	30	47	61	71										
	ダメージ観察	日付	1/20 (金)	1/25 (水)	2/3 (金)	2/14 (火)	3/1 (水)	3/16 (木)								
		解放後(日)	5	10	19	30	45	60								
平成18年度	ダメージ観察	日付	4/14 (金)	4/28 (金)	5/12 (金)	5/30 (火)	6/14 (水)	6/29 (木)	7/14 (金)	7/27 (木)	8/15 (火)	8/29 (火)	9/12 (火)	9/28 (木)	10/12 (木)	10/27 (金)
		解放後(日)	89	103	117	135	150	165	180	193	212	226	240	256	270	285

生育観察は、図 2-3-1 に示す 3 ランクで評価を行い、ダメージ観察は、図 2-3-2 に示す 5 ランクで評価を行い、各車室における各評価ランクの割合の算出を行った。また、測定日毎の写真を写真 2-3-1～写真 2-3-24 に示す。

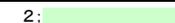
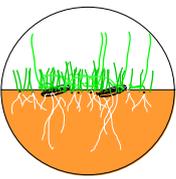
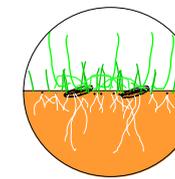
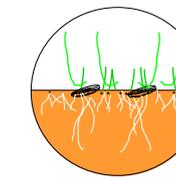
1: 	2: 	3: 
		
緑色が7割上を占めている。	緑色が半分以上を占めている。	地肌露出が半分以上を占めている。

図 2-3-1 芝生の生育観察ランク

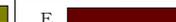
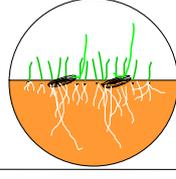
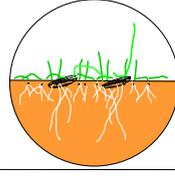
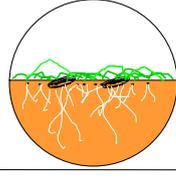
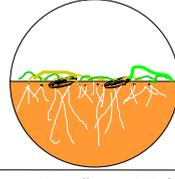
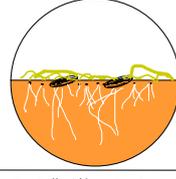
ダメージ ランク	凡例 (色)	A 	B 	C 	D 	E 
	状況図					
状況	葉が伸びている状態 (全面緑)	踏まれて葉が半分程度 ねている状態 (3/4程度が緑)	踏まれて葉がねている 状態 (1/2程度が緑)	ねている葉が半分程度 枯れ始めている状態 (1/4程度が緑)	ねている葉が枯れてしまった状態、または、枯れた葉がすり切れて地面が露出している状態	

図 2-3-2 ダメージ観察ランク



写真 2-3-1 生育観察 (30 日目)



写真 2-3-2 生育観察 (47 日目)



写真 2-3-3 生育観察 (61 日目)



写真 2-3-4 生育観察・ダメージ観察 (71 日目・解放前)



写真 2-3-5 ダメージ観察 (解放 5 日目後)



写真 2-3-6 ダメージ観察 (解放 10 日目後)



写真 2-3-7 ダメージ観察 (解放 19 日目後)



写真 2-3-8 ダメージ観察 (解放 30 日目後)



写真 2-3-9 ダメージ観察 (解放 45 日目後)



写真 2-3-10 ダメージ観察 (解放 60 日目後)



写真 2-3-11 ダメージ観察 (解放 89 日目後)



写真 2-3-12 ダメージ観察 (解放 103 日目後)



写真 2-3-13 ダメージ観察 (解放 117 日目後)



写真 2-3-14 ダメージ観察 (解放 135 日目後)



写真 2-3-15 ダメージ観察 (解放 150 日目後)



写真 2-3-16 ダメージ観察 (解放 165 日目後)



写真 2-3-17 ダメージ観察 (解放 180 日目後)



写真 2-3-18 ダメージ観察 (解放 193 日目後)



写真 2-3-19 ダメージ観察 (解放 212 日目後)



写真 2-3-23 ダメージ観察 (解放 270 日目後)



写真 2-3-24 ダメージ観察 (解放 285 日目後)

① 生育観察

生育観察の評価は、図 2-3-1 に示す評価ランクにより行った観察結果において、その結果の各ランクの比率におもみ値を乗じて評価を行った。おもみ値および計算式を下記に示し、評価結果を表 2-3-3 および図 2-3-3 に示す。

おもみ値

- 1 ランク (1) ; 1. 0
- 2 ランク (2) ; 0. 5
- 3 ランク (3) ; 0. 0

表 2-3-3 維持管理対比実験評価結果

車室タイプ		播種後経過日数(日)			
		30	47	61	71
生育率 (%)	タイプⅠ	87.5%	0.0%	0.0%	0.0%
	タイプⅡ	88.5%	0.0%	0.0%	0.0%
	タイプⅢ	60.5%	0.0%	0.0%	0.0%
	タイプⅠ'	92.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	タイプⅡ'	82.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	タイプⅢ'	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

計算式

(1) の比率×1.0+ (2) の比率×0.5+ (3) の比率×0.0

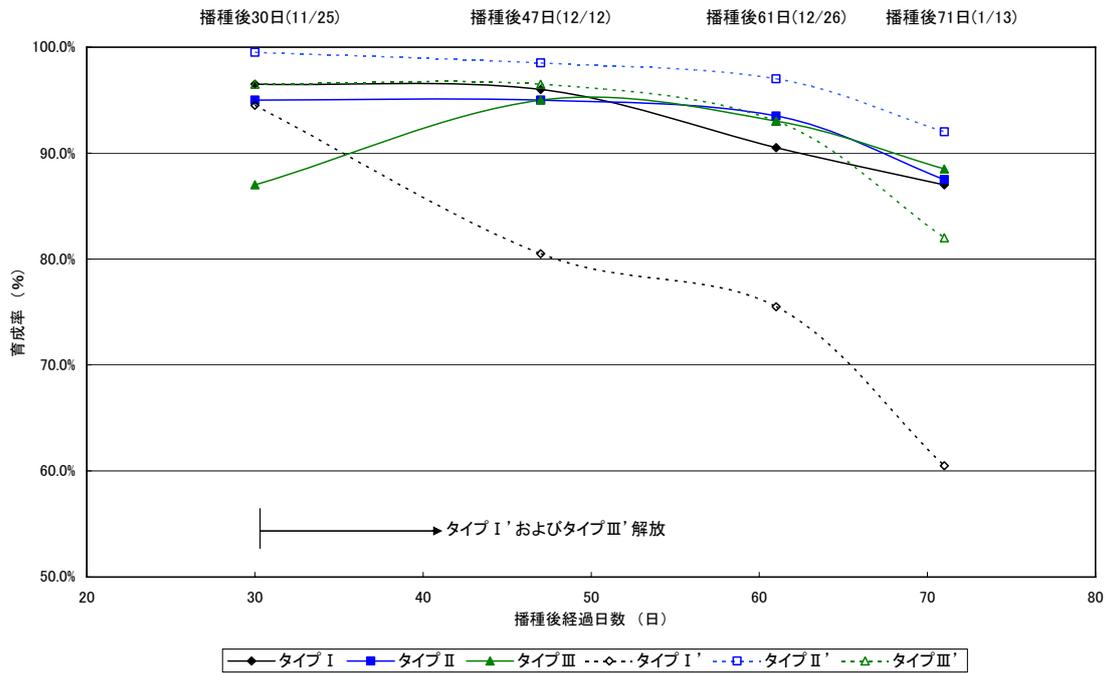


図 2-3-3 維持管理対比実験評価結果

表 2-3-3 および図 2-3-3 から、播種後 30 日後に解放したタイプ I' とタイプ III' を除く車室タイプでは、生育率は概ね 85% 以上を確保しており、十分な生育が出来たものと思われる。また、12/12 以降に生育率の低下が見られるが、これは、12/20 以降の各車室温度が -2°C ~ 15°C の範囲で推移しており、図 2-3-4 および図 2-3-5 に示す芝生の成長率と温度・時期の関係から、成長の休眠期に当たるものと考えられる。

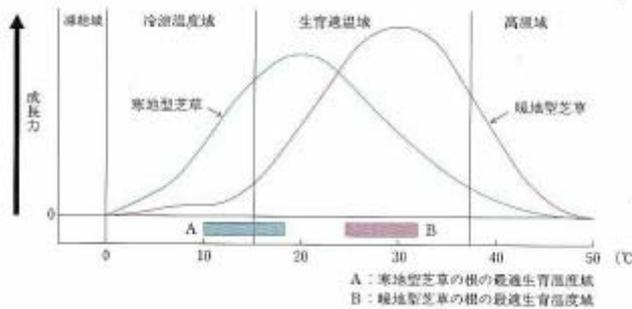


図 2-3-4 成長率と温度の関係

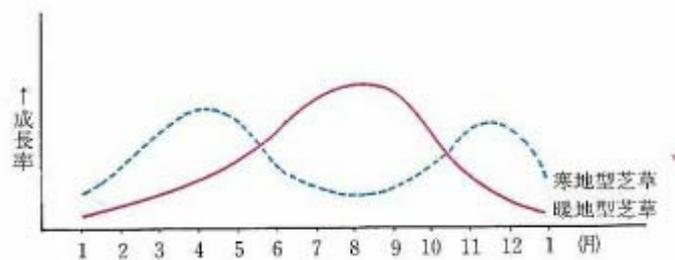


図 2-3-5 成長率と時期の関係

② ダメージ観察

ダメージ観察の評価は、図 2-3-2 に示す評価ランクにより行った観察結果において、その結果の各ランクの比率におもみ値を乗じて評価を行った。おもみ値および計算式を下記に示し、評価結果を表 2-3-4 および図 2-3-6 に示す。

おもみ値

- Aランク (A) ; 0. 0
- Bランク (B) ; 0. 2 5
- Cランク (C) ; 0. 5
- Dランク (D) ; 0. 7 5
- Eランク (E) ; 1. 0

計算式

$$(A) \text{ の比率} \times 1.0 + (B) \text{ の比率} \times 0.75 + (C) \text{ の比率} \times 0.5 + (D) \text{ の比率} \times 0.25 + (E) \text{ の比率} \times 0.0$$

表 2-3-4 ダメージ観察の評価結果 (全体)

車室タイプ	日数	ダメージ率 (%)					
		タイプ I	タイプ II	タイプ III	タイプ I'	タイプ II'	タイプ III'
車室解放後(1/16)からの経過日数(日)	0	16.5%	9.7%	9.4%	50.5%	9.4%	41.1%
	5	17.4%	11.5%	12.5%	50.7%	12.4%	43.0%
	10	27.2%	18.2%	23.0%	53.6%	19.2%	46.4%
	19	34.2%	31.9%	32.1%	50.1%	18.3%	45.4%
	30	40.5%	49.4%	46.5%	48.3%	25.0%	44.9%
	45	18.0%	47.3%	42.6%	29.9%	16.7%	34.7%
	60	23.8%	44.7%	38.0%	21.2%	14.7%	20.9%
	89	2.9%	35.5%	29.1%	2.7%	4.8%	9.9%
	103	4.1%	30.3%	24.2%	4.6%	5.3%	8.6%
	117	2.2%	29.5%	24.9%	2.8%	6.2%	6.6%
	135	1.9%	35.3%	24.9%	0.8%	6.7%	5.8%
	150	3.7%	37.4%	27.4%	0.8%	10.0%	6.2%
	165	3.3%	39.2%	30.3%	13.5%	10.6%	10.3%
	180	12.8%	47.0%	35.4%	20.2%	21.0%	19.3%
	193	22.0%	59.1%	53.3%	38.8%	39.9%	45.6%
	212	28.3%	64.3%	68.2%	48.6%	46.5%	49.3%
	226	39.5%	66.3%	65.9%	53.1%	49.4%	48.3%
240	37.1%	69.5%	65.4%	53.5%	54.4%	46.6%	
256	33.5%	70.7%	68.3%	50.8%	56.3%	48.3%	
270	33.3%	71.4%	71.0%	52.1%	60.3%	55.3%	
285	26.0%	66.4%	65.7%	44.0%	50.8%	48.6%	

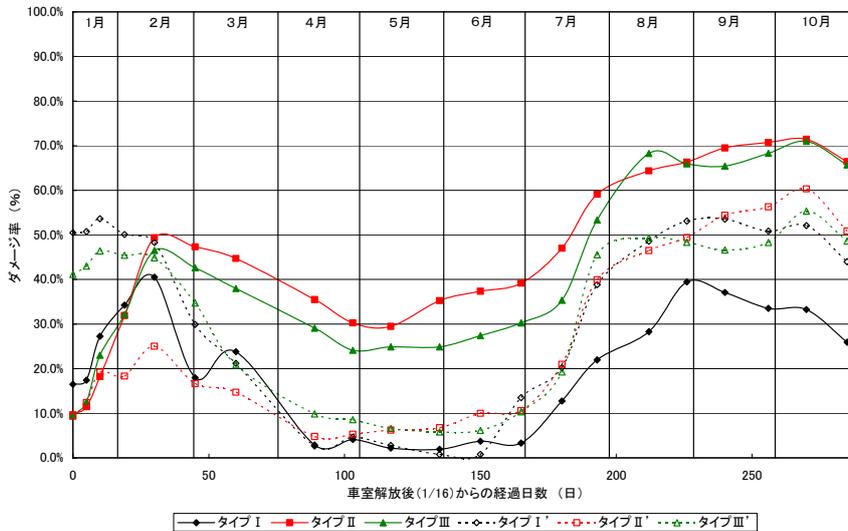


図 2-3-6 ダメージ観察の評価結果 (全体)

また、車輪通過載荷部（以下；影響部）を考慮して、図 2-3-7 に示すように、非影響部（ ）と影響部（ ）に区別して評価を行った。非影響部の評価を、表 2-3-5 および図 2-3-8 に示し、影響部の評価を表 2-3-6 および図 2-3-9 に示す。

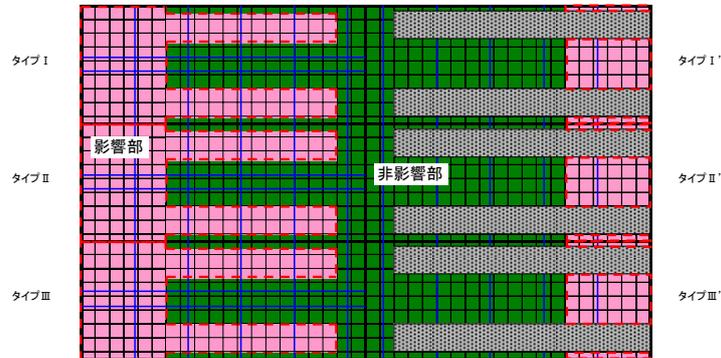


図 2-3-7 影響部と非影響部の区別

表 2-3-5 ダメージ観察の評価結果（非影響部）

車室タイプ	日数	ダメージ率 (%)					
		タイプ I	タイプ II	タイプ III	タイプ I'	タイプ II'	タイプ III'
車室解放後（1/16）からの経過日数（日）	0	18.1%	6.8%	12.8%	44.2%	7.3%	34.9%
	5	18.7%	7.5%	12.8%	44.5%	9.3%	36.8%
	10	27.1%	9.5%	17.7%	47.8%	14.1%	41.0%
	19	29.3%	14.0%	19.8%	44.7%	12.9%	38.1%
	30	34.1%	29.0%	32.6%	43.3%	16.0%	36.9%
	45	10.6%	18.2%	21.9%	23.2%	9.5%	25.5%
	60	10.8%	16.2%	14.4%	14.8%	7.1%	11.1%
	89	0.7%	4.9%	5.1%	0.9%	0.2%	1.5%
	103	0.4%	2.8%	3.4%	2.0%	0.0%	0.6%
	117	0.0%	2.4%	2.8%	2.3%	0.7%	0.6%
	135	0.0%	4.8%	2.1%	1.1%	0.0%	0.0%
	150	0.0%	6.6%	3.2%	1.1%	5.2%	0.0%
	165	2.8%	7.2%	4.4%	11.7%	2.7%	1.1%
	180	16.1%	18.6%	10.1%	16.8%	12.7%	9.5%
	193	23.3%	33.2%	27.0%	30.3%	27.4%	32.4%
	212	28.6%	38.4%	44.5%	37.1%	32.5%	33.1%
	226	41.0%	41.6%	40.7%	43.3%	34.0%	32.3%
	240	38.0%	48.6%	40.3%	44.4%	42.2%	30.2%
	256	32.4%	50.3%	47.3%	41.0%	44.9%	31.9%
	270	30.4%	51.8%	50.8%	43.1%	50.6%	42.8%
285	19.7%	42.9%	43.1%	34.1%	38.7%	34.4%	

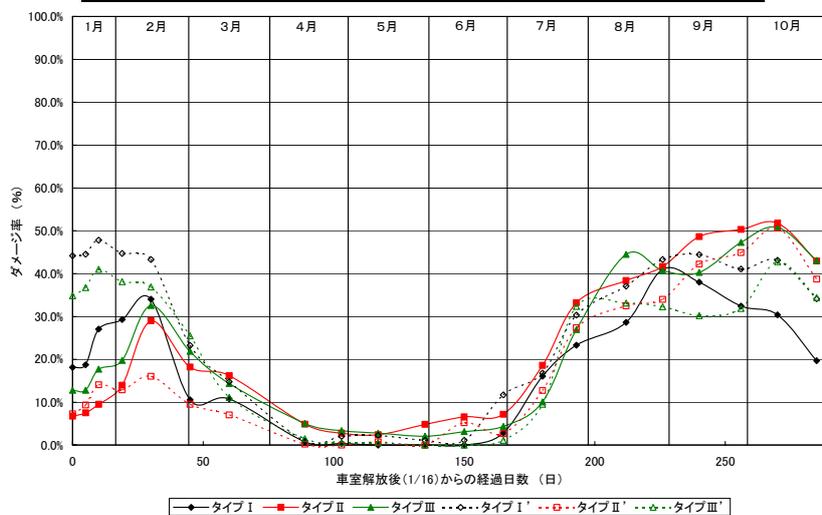


図 2-3-8 ダメージ観察の評価結果（非影響部）

表 2-3-6 ダメージ観察の評価結果（影響部）

車室タイプ	日数	ダメージ率 (%)					
		タイプ I	タイプ II	タイプ III	タイプ I'	タイプ II'	タイプ III'
車室解放後 (1/16) からの経過日数 (日)	0	16.0%	11.8%	7.4%	65.9%	14.4%	56.3%
	5	17.2%	14.3%	12.5%	65.9%	19.8%	58.2%
	10	28.2%	24.3%	26.9%	67.8%	31.8%	59.5%
	19	38.5%	44.5%	41.0%	63.2%	31.6%	63.2%
	30	46.0%	63.9%	56.9%	60.5%	46.9%	64.3%
	45	23.4%	67.7%	57.3%	46.2%	34.1%	57.2%
	60	33.3%	64.7%	54.4%	36.8%	33.4%	44.6%
	89	4.3%	56.1%	45.2%	6.9%	15.9%	30.3%
	103	6.7%	48.8%	38.1%	11.0%	18.3%	28.1%
	117	3.7%	47.8%	39.7%	4.1%	19.6%	21.3%
	135	3.3%	55.8%	40.3%	0.0%	23.2%	19.9%
	150	6.3%	58.2%	43.8%	0.0%	21.7%	21.2%
	165	3.6%	60.8%	47.7%	17.8%	29.9%	32.8%
	180	10.5%	66.4%	52.5%	28.6%	41.1%	43.0%
	193	21.1%	77.0%	70.8%	59.5%	70.6%	77.6%
	212	28.2%	82.1%	83.6%	76.5%	80.6%	88.8%
	226	38.7%	83.3%	82.4%	77.0%	86.9%	87.5%
	240	36.8%	83.8%	81.9%	75.6%	84.1%	86.6%
	256	34.6%	84.7%	82.2%	74.6%	84.0%	88.4%
	270	35.5%	84.8%	84.3%	73.9%	83.9%	86.0%
285	30.4%	82.4%	80.6%	67.9%	80.3%	83.2%	

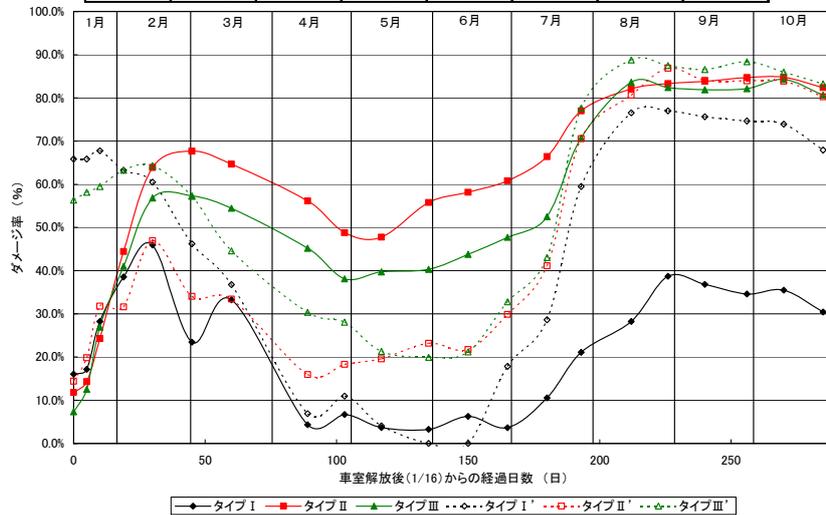


図 2-3-9 ダメージ観察の評価結果（影響部）

表 2-3-4～表 2-3-6 および図 2-3-6, 図 2-3-8, 図 2-3-9 から、考察すると下記に示すとおりである。

【全体】

- ① 芝生の生育は、2 月以降に成長力が増し 4 月～6 月にピークを迎え、以降衰退が始まる。衰退のピークは 9 月～10 月であり、10 月以降にまた成長力が増加し始めている。
- ② 車室毎のダメージ率は、成長域でタイプ I, I', II', III' が 10%以下の値を示し、ほぼ全面緑の状態であった。タイプ II, III は 20～30%程度の値で、車輪通過部にハゲが見られる。衰退域では、タイプ I が最も良好で、40%程度のダメージ率で所々ハゲが見られる程度であり、次に 50～60%の値を示したタイプ I', II', III'、最もダメージの大きい値を示したのは 70%程度の値を示したタイプ II, III ではほぼ全面ハゲている状態であった。
- ③ 養生期間の差は、全車室解放 2 ヶ月後の 3 月には見られなくなっている。

【非影響部】

- ① 芝生の生育は、2月以降に成長力が増し4月～6月にピークを迎え、以降衰退が始まる。衰退のピークは9月～10月であり、10月以降にまた成長力が増加し始めている。
- ② 車室毎のダメージ率には、大きな差は見られないが、衰退後の成長開始時期はタイプⅠが、9月の初めでもっとも早い。
- ③ 養生期間の差は、全車室解放2ヶ月後の3月には見られなくなっている。

【影響部】

- ① 芝生の生育は、2月以降に成長力が増し4月～5月にピークを迎え、以降衰退が始まる。衰退のピークは8月～10月であり、10月以降にまた成長力が増加し始めている。
- ② 車室毎のダメージ率は、成長域でタイプⅠ，Ⅰ'が10%以下の最も良好な値を示し、次にタイプⅡ'，Ⅲ'が20%程度、タイプⅡ，Ⅲは40～50%と最もダメージの大きい値であった。衰退域では、タイプⅠが40%の値を示し最も良好で、タイプⅡ，Ⅲ，Ⅰ'，Ⅱ'，Ⅲ'は70～90%の値であった。なお、衰退域でのダメージ率の大きいグループの中では、タイプⅠ'が若干ダメージの少ない傾向である。
- ③ 養生期間の差は、全車室解放2ヶ月後の3月には見られなくなっている。

これらより、非影響部では、図2-4-4で示した成長率と時期の関係に近い成長推移を示しており、一般的な芝生の生育と考える。

また、影響部の成長域では、保護材厚さ10cmのタイプⅠ，Ⅰ'の車室が最もダメージ率が小さく、次にC○版有りのタイプⅡ'，Ⅲ'の車室、最もダメージ率の大きい車室は、保護材厚さ5cmのみのタイプⅡ，Ⅲであった。影響部の衰退域では、タイプⅠを除く車室でダメージが大きい。しかし、全体のダメージ率で見ると、タイプⅡ，Ⅲに比べ、C○版有りのタイプⅠ'，Ⅱ'，Ⅲ'の方がダメージ率は小さい。これらのことから、C○版有りおよび厚さ10cmの保護材を施したタイプが良好であると考えられる。

なお、養生期間の比較を行った、タイプⅠ'，Ⅲ'とそれ以外では、車室解放2ヶ月後の3月には同様なダメージ率を示し、養生による差は、早い段階で打ち消されるものと考えられる。

2-3-2 舗装温度調査

舗装温度調査は、図2-3-10に示すように、各車室に2箇所設置した温度ロガーによって芝生播種後（2005/10/25）より計測した。舗装温度調査結果から、気象庁東京観測所において最高気温 30℃以上を示した真夏日（30日）の最高表面温度を抽出してアスコンの表面温度との差異を図2-3-11に取りまとめた。また、気象庁東京観測所において最低気温 25℃以上を示した熱帯夜（20日）の最低表面温度を抽出してアスコンの表面温度との差異を図2-3-12に取りまとめた。

図2-3-11および図2-3-12より、真夏日の温度低減効果は、平均値で見ても10℃～13℃の温度低減効果が見られる。その効果はC○版の有無により若干の差が見られ、C○版無しの方が1℃程度温度低減効果の大きい結果である。また、タイプ別にも若干の差が見られ、芝生の植生土壌が厚い方が温度低減効果の大きい結果である。

熱帯夜の温度低減効果は、平均値で見ても1℃～2℃の温度低減効果が見られる。タイプ別の差異は、温度低減効果が小さいため大きな違いは見られないが、タイプI'の保護材厚さ10cm C○版有りが若干他のタイプより劣っている。

これらの結果から、タイプにより温度低減効果に若干の差異はあるものの、その差は小さく、全タイプにおいて、芝生による温度低減効果がみられると判断出来る。

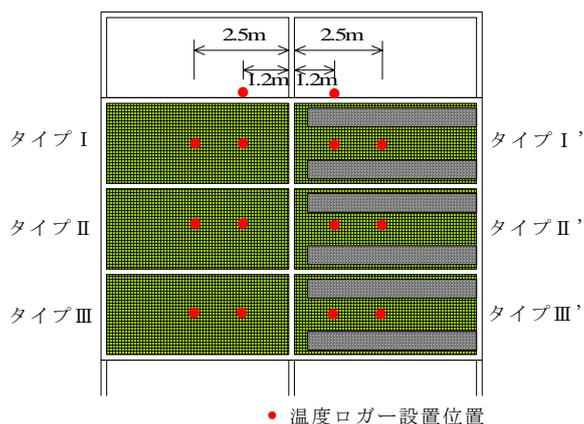


図2-3-10 温度ロガー設置位置

真夏日におけるアスコンと比較した最高温度の温度低減効果

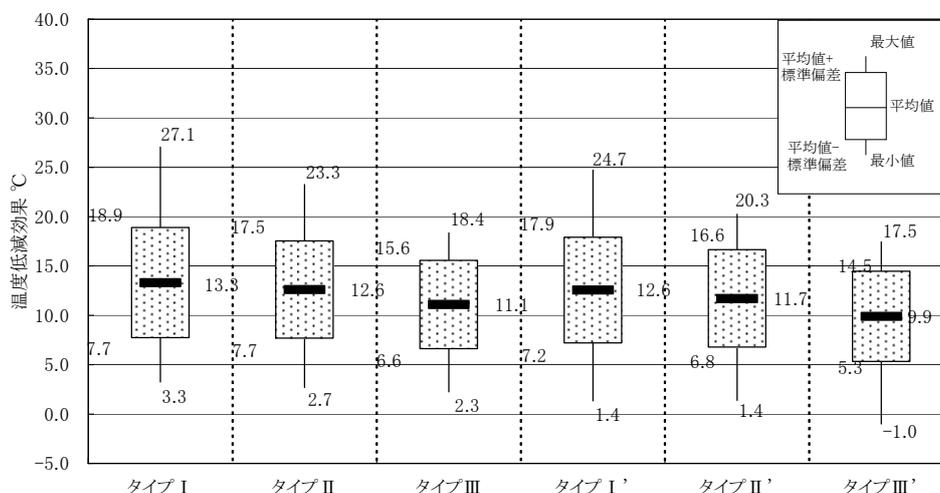


図2-3-11 真夏日におけるタイプ別の温度低減効果

熱帯夜におけるアスコンと比較した最低温度の温度低減効果

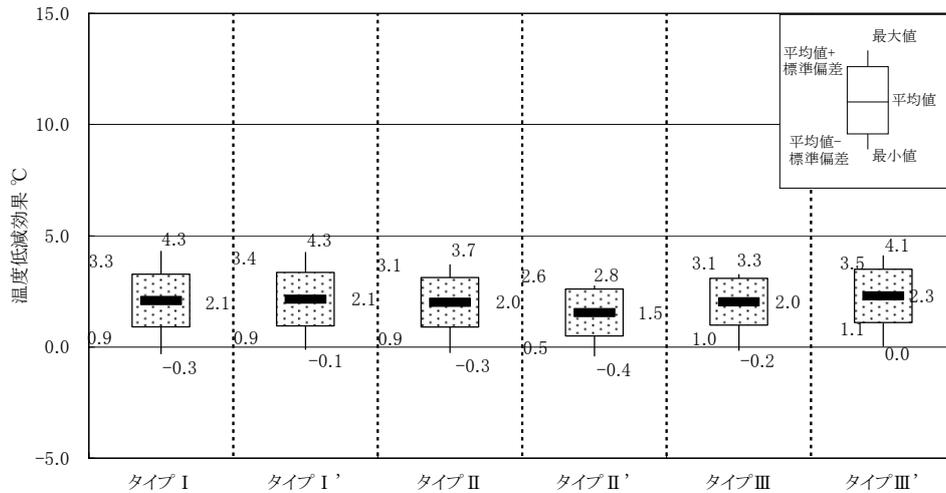


図 2-3-12 熱帯夜におけるタイプ別の温度低減効果

2-3-3 実験区画使用状況調査

実験区画使用状況調査は、車室解放後の1月～10月において、平日2日、休日2日の頻度で行った。その方法は、既存する監視カメラの画像をビデオにダビングし、後日ビデオ確認する方法で行った。

実験区画使用状況調査結果から、平日および休日の各々22日間の総平均および平日196日、休日89日として延べ利用台数を推定した値をまとめた表を表2-3-7に示す。この結果から平日と休日を比べると全車室ともに休日は平日の約2倍の利用となっている。また、C○版有りの方が利用が多く、C○版無しに比べると1～2台程度多い利用である。最も多く利用されている車室は、タイプII'車室で、平日3台、休日5台の利用であるのに対して、最も利用の少ない車室は、タイプI車室で、平日1.5台、休日3.5台の利用である。

表 2-3-7 実験区画使用状況の総平均

車室	項目	平日平均	休日平均	推定延べ利用数
	台数(台)	タイプ I	1.5	3.5
タイプ II		1.3	4.0	618
タイプ III		1.6	4.2	688
タイプ I'		2.6	4.8	942
タイプ II'		3.0	5.0	1024
タイプ III'		2.6	4.3	897
利用時間		タイプ I	2時間12分	8時間05分
	タイプ II	2時間56分	8時間40分	1347時間56分
	タイプ III	3時間29分	7時間58分	1393時間49分
	タイプ I'	4時間47分	9時間47分	1811時間34分
	タイプ II'	4時間43分	8時間58分	1724時間41分
	タイプ III'	4時間15分	8時間38分	1602時間38分

2-3-4 利用者意識調査

利用者意識調査は、3/15・7/26・8/23の3日間において、アンケート用紙を駐車券と一緒に配布し、駐車後に回収する方法で行った。

3月、7月、8月の合計で430人の回答が得られ、その内訳は男性が78.8%、女性が21.2%であった。また、その年代は30代、40代が多く、職業別では会社員と自営業が多く占めていた。

ヒートアイランド問題への関心、景観、利用のしやすさ、芝生舗装の必要性、料金値上げしても芝生舗装が必要かの以上5設問に対して、「非常にある」および「ある」を一括りの「ある」とし、「ない」および「全くない」を一括りの「ない」として、「ある」「どちらでもない」「ない」「無回答」の4段階評価した結果を図2-3-13～図2-3-17に示す。

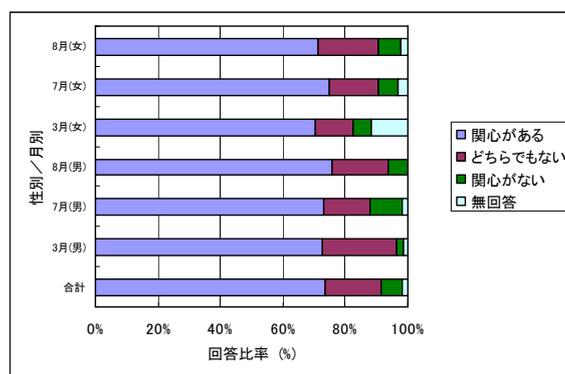


図2-3-13 ヒートアイランド問題に関心がありますか

図2-3-13から、ヒートアイランド問題への関心は、男女および調査時期にかかわらず70%程度以上の人から「関心がある」との回答が得られ、ヒートアイランド問題の浸透性が伺える。

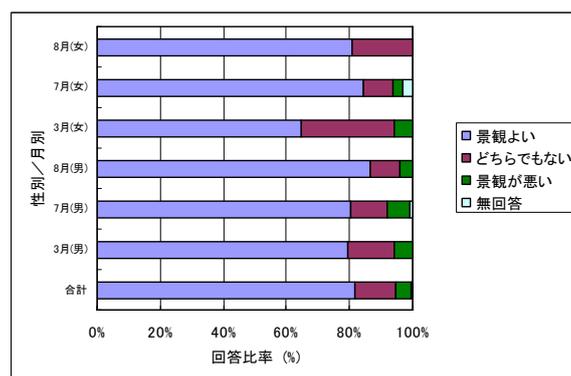


図2-3-14 景観はどうですか

図2-3-14から、「景観が良いの」の回答は、3月の女性で65%程度だった値も、7、8月では、80%程度以上の値が得られ、全体でも8割以上の人から「景観が良い」との回答が得られたことから、芝生舗装の視認性は、良好であるものと判断できる。なお、夏期における「景観が悪い」の意見として、「芝がはげている」の意見が最も多く、「汚く見える」「目立たない」等の意見もあることから、今後、夏期における管理手法や芝種の選定の改善が必要と思われる。

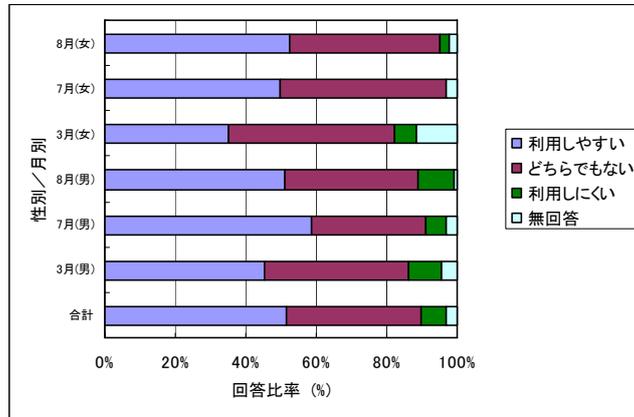


図 2-3-15 利用しやすさはどうですか

図 2-3-15 から、「利用しやすい」の回答は、男女ともに 3 月では、40%程度だったのに対して、7、8 月では、50%程度に多くなっている。また、「どちらでもない」の回答を加えると、80%程度以上が、不具合を感じていない結果である。しかし、7、8 月を見ると、「利用しにくい」の不具合を感じる回答が、女性では 5%程度であるのに対して、男性では 10%程度見られる。夏期における「利用しにくい」の意見として、「雨の日に靴が汚れる」「ヒールが刺さる」「ぬかる」「水溜まりになる」等の意見が多いことから、雨天時の利用対策が必要と考える。

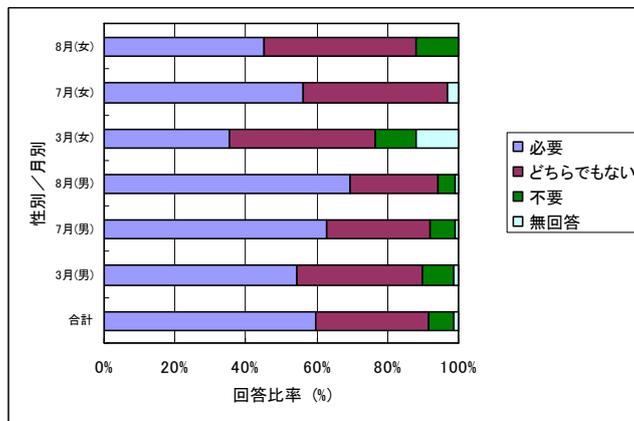


図 2-3-16 芝生舗装の必要性についてどう思いますか

図 2-3-16 から、3 月に「必要」の回答が 35%程度だった女性も、7、8 月では、45%程度まで多くなっている。男性でも 3 月に比べ、7、8 月の方が、「必要」の回答が多い。このことから、夏期の方が、ヒートアイランド対策の必要性を、実感するものと考えられ、その認識は女性よりも男性の方が高いものと思われる。また、女性の場合、利用しやすさと同様に「どちらでもない」の回答が多く、8 月の回答では、「不要」の回答が 15%程度見られる。これは、芝生が夏枯れし、土が露出していることから、水跳ねによる汚れ等による問題などが懸念されたと推察される。

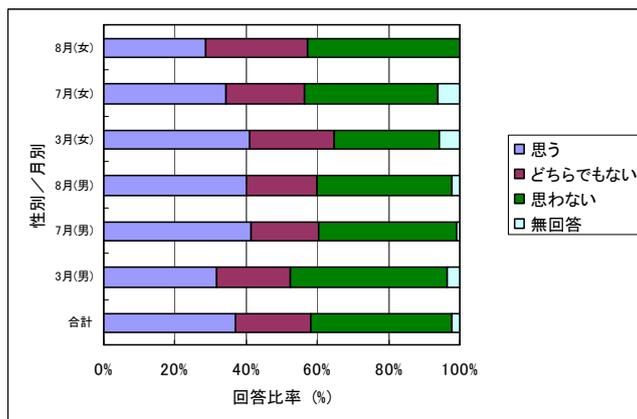


図 2-3-17 料金を値上げしても芝生舗装は必要とおもいますか

図 2-3-17 から、合計で見て、「値上げ賛成」が 35%程度、「値上げ反対」が 40%程度と反対の回答が若干賛成を上回る結果である。その内訳を見ると、男性は、3月に比べ、7、8月では、賛成の回答が 10%程度増えた 40%程度に対して、女性は、調査回数を増す毎に賛成回答が減り、逆に、反対回答が増える結果である。

利用者の意見として、「料金が上がると話は別」「税金で賄ってください」「砂利・砂の方がコストは安い」等の意見が多く、必要経費の利用者負担は困るのとの意見が多い。

2-3-5 わだち掘れ調査

わだち掘れ調査は、8/23 日および 10/18 に実施した。その測定方法は、写真 2-3-25 に示す平坦性定規を用いて行い、その測定位置は、図 2-3-18 に示すとおりである。測定結果を図 2-3-19～図 2-3-22 に示す。



写真 2-3-25 使用した平坦性定規

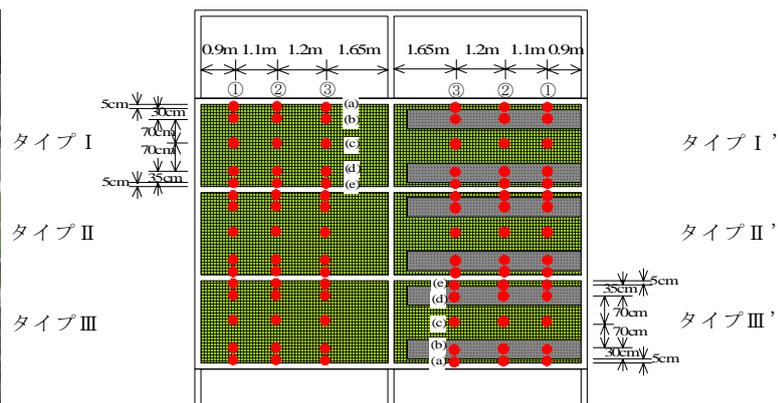


図 2-3-18 測定位置図

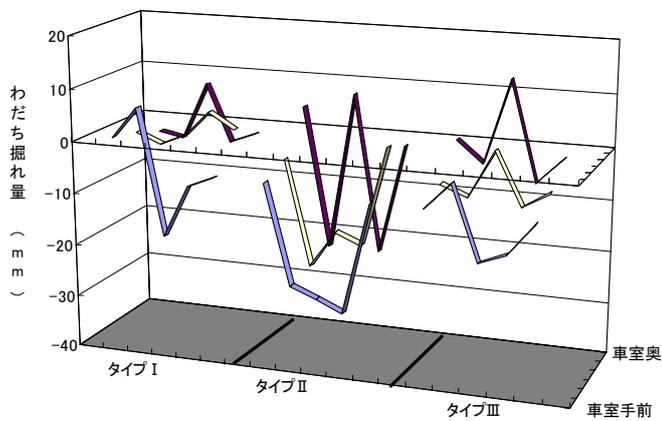


図 2-3-19 C o 無しタイプ(8/23)

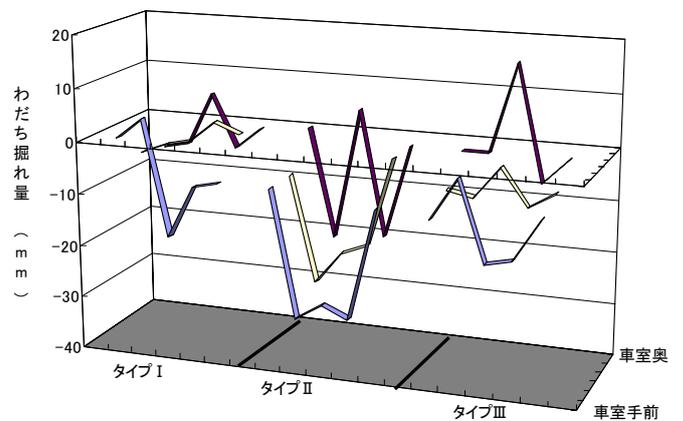


図 2-3-20 C o 無しタイプ(10/18)

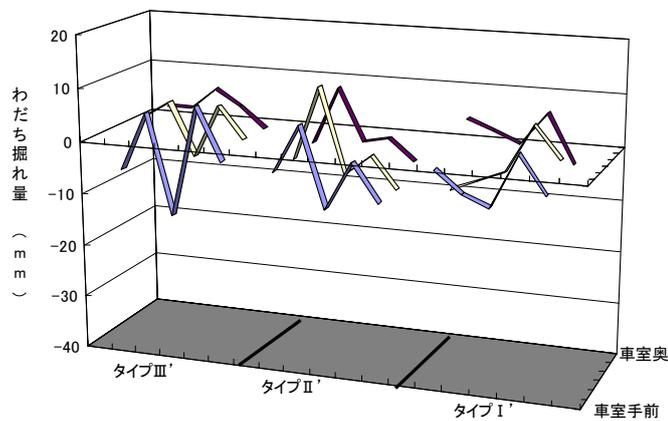


図 2-3-21 C o 有りタイプ(8/23)

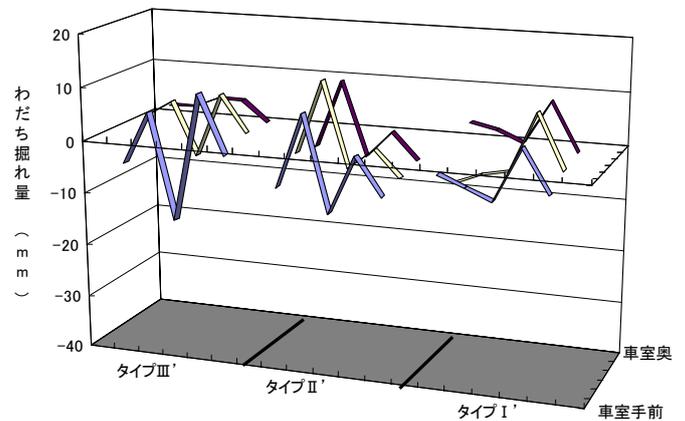


図 2-3-22 C o 有りタイプ(10/18)

図 2-3-19～図 2-3-22 より、経時変化では、各タイプともに大きな変化が見られないことから、概ね 8/23 日調査時点で、最大変位量に達しているものと考えられる。タイプ II を除くタイプでは、車室手前側より 2m の位置よりわだち掘れ量の値は小さく路盤面で車輪通過荷重の支持が出来たことから影響が少ないものと判断出来る。タイプ II では、車室手前側より 3.2m の位置までわだち掘れ量は大きく、芝生の生育の為に植生土壌を保護材下に 2cm 入れた分だけ沈下している。これは、芝保護材がマス目状になっており、車の輪荷重を分散できず、降雨などの影響で緩んだ土壌に車の輪荷重で貫入した状態になったものと考えられる。

2-3-6 まとめ

1. 調査結果のまとめ

(1) ヒートアイランド現象緩和効果

1) 平成 17 年度・18 年度実験

真夏の最高温度における、アスファルト舗装に対する芝生舗装の温度低減効果は、平均値で 10℃～13℃であり、熱帯夜の最低温度における温度低減効果は、平均値で 1℃～2℃であった。若干 C o 版無しのタイプの方が温度低減効果は大きい結果であるものの、その差は小さく、全タイプにおいて、芝生による温度低減効果がみられると判断出来る。

2) 兵庫県の事例

全ての工法で温度低減効果が見られ、特に緑被面積が大きい(約 9 割)工法の評価が高い。

(2) 芝生舗装の供用性

1) 平成 17 年度・18 年度実験

① 車輪通過によるダメージは大きい

車両の車輪通過により芝生が受けるダメージは大きく、C o 版なしのタイプは全て車輪通過部の生育が悪化した。特に保護材が一層のタイプⅡ、Ⅲは、車輪通過部の大半の芝がはげ、土が露出する結果となった。

② 車室前方部分におけるダメージは大きい

車室前方部分は入出庫時の切り返しなど車輪通過の影響を受ける面積が大きく、また夏期においてはエンジンの廃熱によるダメージも受けたことから、特に生育が悪化した。

③ 夏期の高温による影響

本実験に適用した寒地型芝生は 20℃付近が最も生育に適した気温であるため、30℃を超えるような夏場の高温時や、10℃以下の冬場の低温時は生育が悪化する。

今回の実験では、生育が悪化する夏期に上記の車輪通過やエンジン廃熱によるダメージが成長を上回り、芝生のはげ、枯死が生じた。

④ 舗装構造はタイプⅠが最も良好

成長力がピークを迎える 4～6 月の非車輪通過部では、全てのタイプにおいて概ねダメージ無しまで回復しているが、車輪通過部では、タイプⅠ、Ⅰ' が概ねダメージ無しまで回復し、次いでタイプⅡ', Ⅲ' がダメージ率 20%程度、タイプⅡ、Ⅲでは、40～50%の回復であり、タイプ別による車輪通過の影響による差が顕著に見られた。

また、衰退期および休眠期においては、各タイプのダメージ率の差異は概ね見られなくなるが、厚さ 10cm のタイプⅠおよびⅠ' が中でもダメージ率が少ない。

この原因として、タイプⅠが保護材 2 層構造であることにより、保水する土壌量が多かったこと、また土壌のクッションにより車両通過の踏圧が緩和されたことなどが考えられる。

⑤ C o 版有りタイプが良好

C o 版無しタイプの車輪通過部においては、タイプⅡ、Ⅲにおいて芝生のダメージが著しく、土が露出するなど、利用者に対する水跳ねによる汚れの危険性や景観を損ねるなどの問題が生じた。このため、若干の芝生面積の低下はあるものの、総合的に車輪通過部には C o 版等の防護を行うほうが良好と考えられる。

⑥ 車輪通過部にわだち掘れが発生

防護C○版なしタイプでは車輪通過部にわだち掘れが生じる。全てのタイプにおいて、車室口より2mの位置まで車輪通過荷重の影響と考えられる沈下が見られる。特にタイプⅡでは、車室口より3.2mの位置までわだち掘れ量は大きくなっている。これは、芝生の生育促進のために芝保護材下に2cm入れた植生土壌が、降雨などの影響で緩み、車の輪荷重で貫入したためと考えられる。

2) 他事例

① 車輪通過部補強タイプが増加傾向にある

平成15年度の大阪府の事例では、車室全面芝生タイプが約60%、車輪通過部補強タイプが約20%の実施であったのに対し、平成17年度の兵庫県の実験では、前者が25%と低下し、後者が約50%の実施と増加している。これは、大阪府の実験から車室全面芝生タイプにおける車輪通過部の芝生のはげが多いという結果が得られたことから、これに対する対策を講じたものと考えられる。

② 暖地型芝生の使用率が多い

使用された芝種は、平成15年度の大阪府の事例および平成17年度の兵庫県の実験ともに、暖地型芝生の使用率が77%以上と多い結果である。この傾向は、ヒートアイランド対策（夏期）を目的としていること、また、温暖な近畿地方での適用ということが大きな要因と考えられる。

これに対し、寒地型芝生の使用は、平成17年度の兵庫県の実験で若干見られる程度であり、事例は少ない。

(3) 芝生舗装の景観

1) 平成17年度・18年度実験

① 芝生舗装の景観は良いとの評価

アンケート調査から全体で8割以上の人から「景観がよい」との回答が得られた

② 一部芝生舗装のはげ、枯死による景観の悪化

C○版無しタイプの車輪通過部においては、タイプⅡ、Ⅲにおいて芝生のダメージが著しく、土が露出するなど景観を損ねるなどの問題が生じた

2) 他事例

① 兵庫県の実験では9割以上の人景観的に「よい」と評価

② 緑被面積が大きい工法やデザインの優れた工法の評価が高い

(4) その他

1) 実験区画の使用状況とダメージ率

① C○版無しタイプよりも有りタイプの利用が多い

調査期間285日間で推定延べ利用台数は、C○版無しのタイプⅠ～Ⅲで約600～700台、C○版有りのタイプⅠ'～Ⅲ'で約900～1000台の利用で、C○版有りのタイプが利用の多い結果となった。

② 成長期におけるダメージ率は、利用台数の影響は少ない

成長期におけるダメージ率の差異は、タイプの違いによる影響が大きく、利用台数の大小による影響は少ないものと考えられる。また、衰退期および休眠期においては、ある一定の利用台数を超えると、各タイプのダメージ率の差異は見られなくなるものと考えられる。

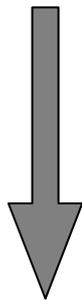
2) 利用者の芝生舗装に関する意識

- ① ヒートアイランド問題への関心は高く、芝生舗装の景観は良いと考えている
- ② 利用に対して概ね不具合を感じていない
利用性については、「利用しやすい」と「どちらでもない」の回答が多く、「どちらでもない」の回答を加えると、80%程度以上が、不具合を感じていない結果である。
- ③ 雨天時の対策が必要
「雨の日に靴が汚れる」「ヒールが刺さる」「ぬかる」「水溜まりになる」等の意見が聞かれることから、雨天時の利用対策が必要と考える。
- ④ 6割以上の利用者が、芝生舗装が必要と回答
芝生舗装の必要性については、春先に比べ夏期の方が「必要」回答が多く得られた。夏期の方が、ヒートアイランド対策の必要性を実感するものと考えられる。また、利用しやすさと同様に「どちらでもない」の回答が多く得られた。これは、芝生が夏枯れし、土が露出していることから、水跳ねによる汚れや美観等による問題などが懸念されたと推察される。
- ⑤ 芝生舗装設置に伴う料金値上げについては反対
料金値上げについては反対の意見が多い。ヒートアイランド対策として芝生舗装が必要性の認識はあるが、料金については、「料金が上がると話は別」「税金で賄ってください」「砂利・砂の方がコストは安い」等の意見があった。

2. 得られた知見と今後の研究課題

●本実験・他事例による結果まとめ

	平成 17 年度 平成 18 年度	他事例
ヒートアイランド 現象緩和効果	全タイプにおいて、芝生による温度低減効果がみられる	・兵庫県の事例では緑被面積の大きい工法の評価が高い
供用性	<ul style="list-style-type: none"> ・車輪通過部、車室前方部分におけるダメージは大きい ・夏期に生育が悪化する寒地型芝生では車輪通過やエンジン廃熱によるダメージが成長を上回り、芝生のはげ、枯死が生じた ・Co版なしタイプでは車輪通過部にわだち掘れが生じる。特にタイプⅡでわだちが大きい。 	・平成 15 年度の大阪の事例と比較して、平成 17 年度の兵庫の事例では車輪通過部補強タイプが増加傾向（供用性を考慮か）
景観	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者アンケートから芝生舗装の景観は良いとの評価 ・一部芝生舗装のはげ、枯死による景観の悪化が見られた 	<ul style="list-style-type: none"> ・兵庫県の事例では 9 割以上の人が景観的に「よい」と評価 ・緑被面積が大きい工法やデザインの優れた工法の評価が高い
備考		・暖地型芝生を使用した工法が多い



得られた知見

- ☆ アスファルト舗装と比べ夏期で最大 13℃程度の舗装温度を低減
- ☆ 景観が向上
- ☆ 芝生のはげ・枯死に対する対策の必要性
 - ・ 車輪通過部・車室前方部分のタイヤ防護Co版の設置検討
 - ・ 寒地型芝生は、夏場の適用性に課題あり

●平成 19 年度以降の研究課題

夏期の暑さやエンジン廃熱による影響を緩和するため、暑さに強い(ヒートアイランド現象が起る夏期に成長)暖地型芝生の適用性の検討

駐車場における芝生舗装の実験調査
報告書（平成18年度）【概要版】

平成18年12月

発行 財団法人東京都道路整備保全公社
〒163-0935 東京都新宿区西新宿2丁目3番1号
新宿モノリスビル26F
TEL (03) 5381-3368

調査編集 グリーン・コンサルタント株式会社
〒140-0002 東京都品川区東品川3丁目32番20号
TEL (03) 5715-7270