

木場二丁目第二駐車場における緑化舗装実験調査報告書

平成 24年 3月

公益財団法人 東京都道路整備保全公社

目 次

| | |
|--------------------------------------|----|
| I . 実験実施の背景と目的 | 1 |
| II . これまでの各取組み | 2 |
| III . 会社における実験の経緯 | 6 |
| IV . 本実験の内容 | 9 |
| V . 実験結果 | 17 |
| VI . まとめ | 30 |
| 〈参考〉 | 32 |
| 平成21年度実施「木場二丁目第二駐車場における緑化舗装実験調査」について | |

I 実験実施の背景と目的

国際社会では、地球温暖化の進行が極めて深刻な問題となっており、これに対し、1994年に気候変動枠組条約が発効し、翌年から締結国が温暖化防止会議(COP)を開催するなど、国際的な取組みが進められている。この間にも世界各地から地球温暖化が原因ではないかと考えられる事象が起きており、地球温暖化への取組みは喫緊の課題となっている。

我が国においては、高度経済成長期以降、都市化により緑化や水辺が次々と失われ、また、産業の拡張や自動車の排気ガスの増加などにより、地中への降雨浸透量の減少、土中の保水力の低下、アスファルト舗装やコンクリートによる熱吸収率の増加などにより、都市のヒートアイランド現象が生じ、深刻な問題となってきている。これは政府のみならず、大都市である東京都においても大きな政策課題となっている。(図1参照)

この政策課題であるヒートアイランド現象の緩和を目的として、駐車場の車路を活用した「ローコスト・ローメンテナンス」をコンセプトとした緑化舗装の適用実験を、平成21年度に木場二丁目第二駐車場(東京都江東区木場2-15-22)の車路を対象に行った。本実験は、平成21年度に同場所で行った緑化舗装の植生の適用や効果の把握に加え、舗装構造の適正を把握することにより、将来の東京都道路整備保全公社の駐車場での緑化手法としての活用と、民間駐車場事業者への普及展開を図ることを目的としたものである。

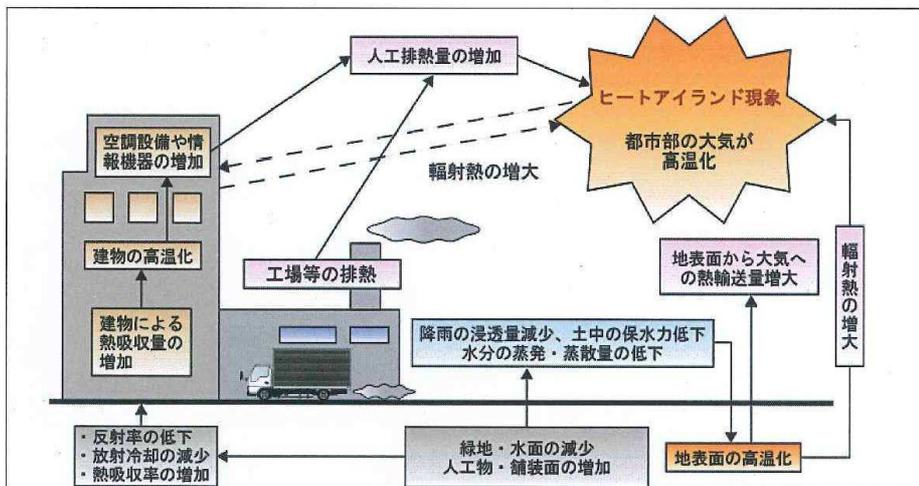


図 1. ヒートアイランド現象の概念図



図 2. 建物やアスファルトで形成された都心部(左と真中)と暗渠化された河川(右)

II これまでの各取組み

ヒートアイランド現象対策の一環として、壁面緑化や屋上緑化が普及し始め、様々な場所へと拡大している。そして現在は、駐車場においても緑化の調査や研究、実験といった取組みが行われている。公社の例を以下にいくつか紹介する。

- ① 錦糸町パークタワー(図3)では、管理事務所などのある1階部分を壁面緑化
- ② ガーデンパーク六本木(図4)では、駐車場外周の緑化や常緑に保つためにレンタル芝を採用、車路の全面遮熱性舗装によるヒートアイランド現象対策を実施(緑化駐車場モデル)
- ③ 天王洲駐車場(図5)では、デッドスペースを緑化
- ④ 八重洲駐車場(図6)では、地下駐車場上部を緑化

これらのように、公社では駐車場における緑化への取り組みを毎年実施している。



図 3. 錦糸町パークタワー
(壁面緑化)



図 4. ガーデンパーク六本木
(外周、分離帯緑化と全面遮熱性舗装)



図 5. 天王洲駐車場
(デッドスペースの緑化)



図 6. 八重洲駐車場
(地下駐車場上部の緑化)

また、最近では、官公庁の駐車場を緑化する取り組みも始まっている。例えば、横浜市役所や大阪府庁舎、豊橋市役所などが事例として取り上げられる(横浜市役所の場合は、一部の車室で緑化ブロックを用いた実験を実施)。特に大阪府や兵庫県は、他の自治体に先駆けて緑化駐車場の本格的な実験を行ったことから、積極的に実験や実用化をしており、事例として取り上げられることが多い(補助制度も制定)。その他の駐車場における緑化事例については、表1に示したものが挙げられる。これらの事例は、芝生による車室の緑化や駐車場外周の緑化というものが主流である。現在の緑化傾

向も、下記で述べるグラスパーキングのように、芝生を用いた緑化形態が主流となっている。また、多くのメーカーから緑化舗装に関する製品(プラスチックを用いた製品など)が開発され、その種類が増えている。それらを開発したメーカーと大学の研究室などが連携して、実験を行うことが多くなっている。

平成17～18年度に兵庫県福祉センター駐車場で、車室を対象としたグラスパーキング(芝生化駐車場)実証実験が行われた。この結果では、主に次のような結果が報告されている。

- ① 緑化することにより、アスファルト舗装に比べて真夏時の温度上昇が大きく抑えられること。(地表面温度差の最大は12時で25℃、21時で10℃という結果が得られている)
- ② 緑化率が高い区画では、熱環境のみならず、景観についても高い評価が得られていること。
- ③ 路圧の最もかかるタイヤ部分をブロックで補強する工法や、全体をプラスチックマットで補強する工法の評価が高いこと。
- ④ タイヤ圧のダメージが大きいものが多いこと。
- ⑤ 柔らかい土や、小さな資材を利用したものは歩行性が悪いこと。
- ⑥ 補強材に保水性ブロックや灌水システム、地中水槽を適用しているものは高コストであること。
- ⑦ 全体強化プラスチックマット型は、全体的に低コストに抑えられる傾向にあること。
- ⑧ 整備費に比例して、ランニングコストがかかる傾向にあること。

また、以下のような課題も挙げられている。

- ① タイヤ圧の長期的影響
- ② エンジンの廃熱の影響
- ③ 維持管理手法(灌水、芝刈り、施肥などの手法)
- ④ ③に必要な費用

この実験では、「グラスパーキング(芝生化駐車場)普及ガイドライン(案)」も作成されており、その中で次のような考え方が示されている。

- ① 日照条件が悪い場合は、区画の一部のみを芝生化することが考えられる。(日照条件が非常に悪ければ、グラスパーキングには適さないため、他の方法を検討するべきである)
- ② 利用頻度が極めて少ない場合は、次の3パターンが候補として考えられる。
 - ア. 全面芝生型
 - イ. 全体強化プラスチックマット型
 - ウ. 車輪部補強型、全体均一補強型

- ③ 利用頻度が普通か少ない場合は、次の3パターンが候補として考えられるが、ア. に関しては利用頻度に応じて十分な検討が必要である。
- ア. 全面芝生型
 - イ. 全体強化プラスチックマット型
 - ウ. 車輪部補強型、全体均一補強型
- ④ 利用頻度が多い場合は、次の2パターンが候補として考えられる。
- ア. 全体強化プラスチックマット型
 - イ. 車輪部補強型、全体均一補強型
- ⑤ 利用頻度が極めて多い場合は、次の3パターンが候補として考えられる。
- ア. 車輪部補強型、全体均一補強型
 - イ. 区画の一部を芝生化
 - ウ. 環境に配慮した別の舗装を検討

表 1. 緑化駐車場(芝生化)の事例

| 場所 | 緑化対象 | 保護材など | 時期 |
|------------------------|-------------|---------------------------|-------|
| 東京都立潮風公園 | 車路 車室 | ・透水性ブロック | 昭和49年 |
| 国営昭和記念公園 | 分離帯 外周 | ・分離帯と外周部の緑化 | 昭和58年 |
| ヒルトン東京ベイ | 車室 | ・コンクリートブロック (グラススペンサー) | 昭和63年 |
| 東京都立葛西臨海公園 | 車室 分離帯 | ・プラスチック保護材 (ローンベース) | 昭和63年 |
| ガーデンプラザ新検見川 | 車室 | ・コンクリートブロック (グラススペンサー) | 平成8年 |
| 江戸川第二終末処理場 福栄スポーツ広場 | 分離帯 外周 | ・分離帯と外周部の緑化 | 平成12年 |
| 臨海副都心センター 産業技術総合研究所 | 分離帯 外周 | ・分離帯と外周部の緑化 | 平成13年 |
| ケーズ電気(浦安市) | 車室 | ・プラスチック保護材 (グリーンブロック) | 平成15年 |
| 東京ガス 環境エネルギーセンター | 車室 | ・プラスチック保護材 (グリーンブロック) | 平成15年 |
| 日本通運新砂ターミナル | 車室 外周 | ・プラスチック保護材 (グリーンブロック) | 平成15年 |
| 談合坂サービスエリア | 車室 壁面 | ・芝目地レンガブロック | 不明 |
| 伊芸サービスセンター | 分離帯 パーゴラ | ・分離帯とパーゴラ、 外周部の緑化 | 不明 |
| 江東区役所 | 車室 | ・コンクリートブロック、 まくら木 | 平成21年 |

表 2. 緑化に関する実証実験の事例(公社駐車場での実施例を除く)

| 場所 | 緑化対象 | 実験内容 | 時期 |
|--------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| 大阪府庁舎駐車場 | 車室 | ・芝生の耐久性 ・地表面温度測定 | 平成 15～16 年度 |
| 兵庫県福祉センター | 車室 | ・各種工法の仕様と効果 の総合的な評価と検証 | 平成 17～18 年度 |
| 兵庫県庁南駐車場 | 車室 | ・各種工法の仕様と効果 の総合的な評価と検証 | 平成 19～21 年度 |
| マツダレンタカー (名古屋市) | 車室 事務所壁面 | ・芝生による実証実験 | 平成 22～27 年度 (終了年度は予定) |

Ⅲ 公社における実験の経緯

公社では、「ヒートアイランド対策などの推進」をテーマとして、平成17～19年度にわたり、東京都中野駐車場の一部車室にて、芝生舗装実験を実施した。この実験の結果、芝生による温度低減効果は得られたものの、芝生の生育や管理に多額のランニングコストがかかることが課題として残った。

この3年間の実験結果を受け、ローコスト・ローメンテナンスに主眼を置いた植生を検討するとともに、車室の緑化ではなく、新たに車路を対象とした実験の検討を行い、平成21年度に、木場二丁目駐車場車路に実験区画を設け、新たな実験を実施した。

その結果、ローコスト・ローメンテナンスに適した植生については結果を得られたが、駐車場車路における舗装構造については、タイヤの切返し等による破損が生じ、なお検討の余地を残した。

そのため、平成22～23年度にかけ、木場二丁目第二駐車場車路において、舗装構造に関する本実験を行うこととした。

1 東京都中野駐車場における実験(平成17～19年度)

<概要>

この東京都中野駐車場の実験では、6車室を対象として実験を行い、平成17～18年度にかけて寒地型芝(クリーピングベントグラス・ペレニアルライグラス混合)を適用し、生育・ダメージ観察および温度測定などをおこなった。

この結果、夏期において最大13℃程度の舗装温度を低減できる効果が得られた。その一方で、車輪通過部や車室前方部のタイヤの繰り返し・ねじり踏圧による芝生のすり切れや、夏期の暑さによる生育不良、エンジン廃熱による枯損、駐車時の日照不足などの要因により、夏期に芝生の枯れが発生した。

これを踏まえて平成19年度では、車輪通過部や車室前方部のタイヤの繰り返し・ねじり踏圧による芝生のすり切れ対策として、車室前方および車輪通過部をコンクリート防護材に置き換えた。また、夏期の暑さによる生育不良対策として、半数の車室を暖地型芝(ティフトン)に置き換えて実験を継続した。

<結果>

この実験により、以下のような結果が得られている。

- ① 暖地型芝は、夏期において、平成17～18年度と同様、最大14℃程度の地表面温度が低減できること。
- ② コンクリート防護材を設置することで、芝生のすり切れ防止に効果があること。
- ③ 暖地型芝では、寒地型芝で発生した夏期の枯れがほとんど発生しないこと。

暖地型芝と寒地型芝を比較すると、暖地型芝の方は特にヒートアイランド現象対策として有効な夏期に、良好な結果が得られた。

<課題>

この実験を通じて、芝生舗装による温度低減効果が得られた一方で、芝生を維持するには灌水や施肥、芝刈りなど、多額のランニングコスト(9,000円/㎡・年)がかかるという課題がある。そのため、民間駐車場事業者への普及を促すためには、ランニングコストをさらに減らす必要があることが分かった。

2 木場二丁目第二駐車場における実験(平成21年度)

<概要>

木場二丁目第二駐車場の車路を実験フィールドとして、芝生に代わる新規検討植物の適用と、温度低減効果を比較検討するため、実験フィールドを3区画に分けて実験を行った。この3区画には、粗放管理に適すと考えられる「ダイカンドラ」、「スーパーイワダレソウ」、「シロツメクサ」の3種類を適用し、温度測定、生育調査、熱画像解析、気温データ取得、降水量データ取得、日照時間データ取得の各調査を行った。

なお、植生選定に際しては、公社が平成17～19年度に東京都中野駐車場で実施した実験結果を受け、「ローコスト・ローメンテナンス」に主眼を置いていることから、耐乾性に優れていること、③播種及び植え付け作業などのイニシャルコストが低いこと、を重視した。

また、実験ではローメンテナンス性を確認するため、灌水や施肥などの維持管理を基本的に行わず実施した。

<結果>

実験の結果、3種類のどの植生ともヒートアイランド現象を緩和する効果が確認でき、「ローコスト・ローメンテナンス」という観点を踏まえて総合的に判断すると、ダイカンドラが最も望ましいという結論が得られた。

ダイカンドラを選定した理由を以下にまとめる。

- ① イニシャルコストが安価(70円/㎡)であること。
- ② 維持管理をする頻度が少ないことで、ランニングコストが安価(夏季に灌水を2回実施すると仮定すると、年間454円/㎡)となる。(降水量によっては粗放管理が可能)

- ③ 夏季は粗放管理を行っても、シロツメクサのように枯死が増えず、良好な結果が得られたこと。
- ④ 冬場は、スーパーイワダレソウのように変色しないこと。(葉先が若干黄色く変色)
- ⑤ 冬場の緑被率が、今回の適用植生中、最も良好であること。(約30%)
- ⑥ 温度軽減効果が、スーパーイワダレソウよりも低かったものの、ある程度の効果が得られたこと。
- ⑦ 日陰が必要となることから、他の2種より耐陰性に優れていること。
- ⑧ 本実験の主旨であるローコスト・ローメンテナンスという考えからは外れるが、生育が遅いという欠点は、ダイカンドラマットを用いることで、補うことが可能であること。

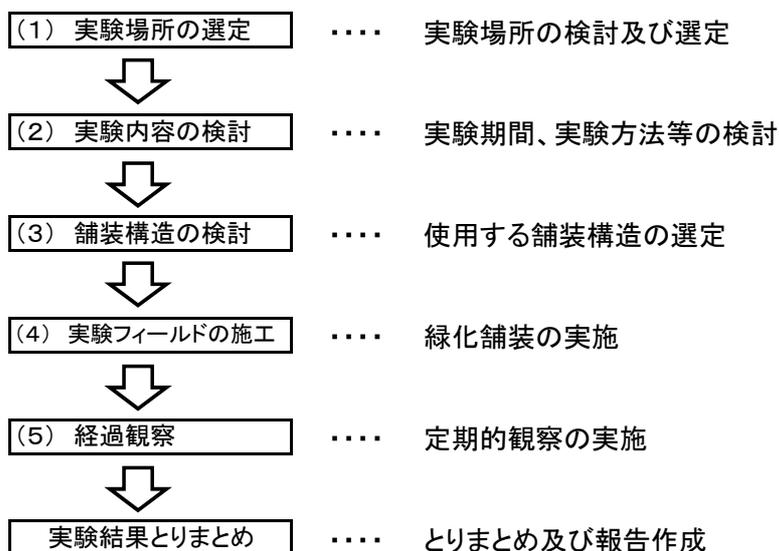
<課題>

この実験を通じて、温度低減効果があり、「ローコスト・ローメンテナンス」に適用可能な植生の確認という結果が得られた一方で、車両が車室に入庫する時のタイヤの切返しにより、緑化舗装のブロックのズレや破損、変形が生じた。このことから、舗装構造の耐久性に留意する必要があることが明らかになり、舗装構造に対する検討が課題として残った。

IV 本実験の内容

平成21年度の木場二丁目第二駐車場における実験の結果、舗装構造の適性について検討の余地を残したことを受け、新たに木場二丁目第二駐車場の駐車場車路に実験フィールドを設け、適正植生であるダイカンドラを用い舗装構造の適性を検討することを目的に、本実験を平成22年度～23年度にかけ実施した。

1 研究フロー



(1) 実験場所の選定

平成21年度に実施した「木場二丁目第二駐車場における緑化舗装実験」では、木場二丁目第二駐車場の車路に実験フィールドを設け、実験を実施した結果、入庫車両のタイヤの切返しにより、舗装ブロックに破損等が生じた。そのため、本実験においても、同様の条件で舗装構造の適性を検討するため、平成21年度の実験同様に、木場二丁目第二駐車場の車路に実験フィールドを設け実施した。

東京都江東区木場2-15-22
木場二丁目駐車場



(2)実験内容の検討

木場二丁目第二駐車場の車路に設けた実験フィールドに、植生の粗放管理に極力影響のない方法での舗装構造で行うこととした。植生には、平成21年度の実験で適正の結果を得たダイカンドラを使用し、施工時に播種、植え付けを行い生育させた。観測期間は舗装施工から1年間とし、舗装構造の状況、ダイカンドラの生育状況を定期的に観測した。

①舗装施工及び播種、植え付け

平成23年2月～平成23年3月

②観測期間

平成23年4月～平成24年3月

③観測

定期的に、定点の舗装構造のダメージ、植生の生育及びダメージ調査を実施。

④管理

植生については原則的に粗放管理とし、舗装構造の破損等で駐車場利用車両に支障が出ないように、管理した。

| 調査項目 | 調査機器 | 概要 | 調査期間 |
|------|--------------------|---------------------|------------------------------|
| 植生調査 | 目視により、生育やダメージ状況を調査 | エ区ごとに、生育・ダメージの評価する。 | ・施工直後 ・月1回実施 ・施工開始から実施 |
| 舗装調査 | 目視により、ダメージ状況を調査 | エ区ごとに施工のダメージの評価する。 | ・施工直後 ・月1回実施 ・施工開始から実施 |



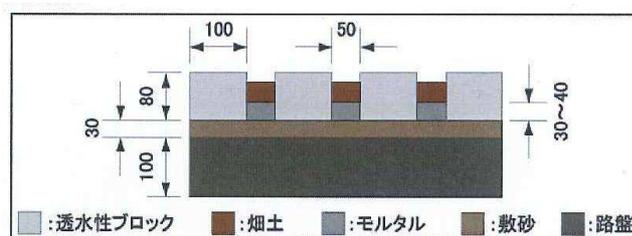
ダイカンドラ

(3) 舗装構造の検討

①平成21年度実験実施時の舗装構造

長方形の透水性インターロッキングブロックを用い、ブロック間にプラスチック製のスペーサーを組合わせ配置。さらに、ブロックの下部をモルタルで固定する処置を施した。(緑化率 約40%)

| 緑化ブロック舗装の諸元 | | |
|-------------|----------------------------------|-------|
| ブロックサイズ | 100mm(幅) × 200mm(奥行き) × 80mm(厚さ) | |
| 目地幅 | 50mm | |
| 構造 | 緑化ブロック厚 | 80mm |
| | 敷き砂 | 30mm |
| | 路盤 | 100mm |



断面図

しかし、この構造では、車両の車室入庫時のタイヤの切返りで、ブロックのズレや破損が生じ、耐久性が不足していることがわかった。



破損状況



破損状況



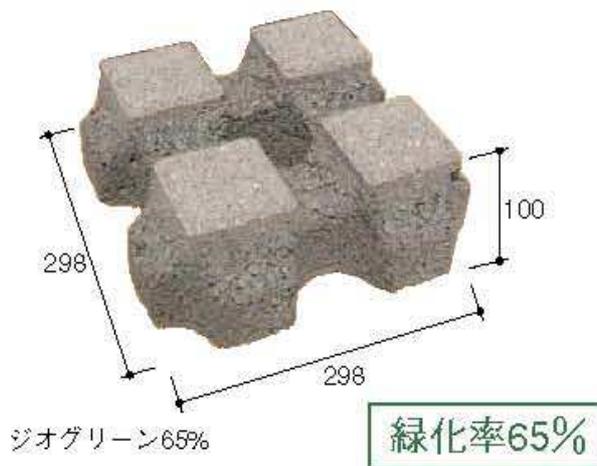
破損状況

| 工事項目 | 費用(円/㎡) |
|----------|---------|
| 緑化舗装構築 ※ | 15,000 |
| ダイカンドラ藩種 | 70 |

※ 土工事、基盤工事、補強材敷設工事、境界ブロック工事、諸経費を含む一式

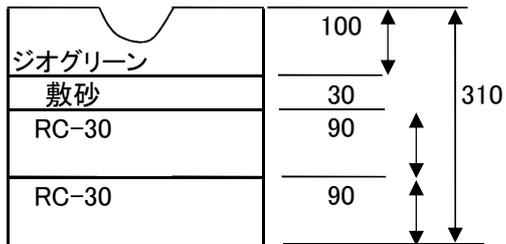
②本実験の舗装構造

平成21年度に行った実験結果を受け、タイヤの切返し等に対する舗装構造の耐久性に留意し検討した結果、次の緑化ブロックを使用した舗装構造で施工した。



＜緑化ブロックの仕様＞

| | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 緑化ブロック | ジオグリーン65% |
| 規格L×W×t (mm) | 298×298×100 |
| 使用個数(個/㎡) | 11.1 |
| 重量 (kg/個) | 10.3 |
| 緑化率 | 65% |
| 特徴 | 高強度コンクリートの使用で、車輛などが載っても十分な耐久性を発揮。また、雨水を速やかに地中へ浸透させ、客土や土壌全般の保水性を維持する特殊デザインの採用で、排水溝等の設備が省ける。施工状態で植物の根張りが可能。 |



新設植生ブロック構造図



施工写真

＜緑化ブロック選定理由＞

本実験に採用した、ジオグリーン65%は、緑化率が65%と大きく路面の蓄熱を抑え、照り返しを防止し、雨水を浸透させることによりヒートアイランド現象を抑制する効果が大きい。また、緑化ブロックどうしがかみ合う構造となっており、緑化ブロックどうしが相互に補完しあうことで、タイヤの切返しによる緑化ブロックのズレや破損に対し耐急性に優れていると考えられることから選定した。

< 費用 >

| 工事項目 | 費用(円/㎡) |
|----------|---------|
| 緑化舗装構築 ※ | 11,670 |
| ダイカンドラ藩種 | 70 |

※ 土工事、基礎工事、補強材敷設工事、境界ブロック工事、諸経費を含む一式

100㎡施工した場合の費用（円）

| 項目 | 単価 | 単位 | 数量 | 金額 |
|----------|--------|----|------|-----------|
| 緑化舗装構築 | 11,670 | ㎡ | 100㎡ | 1,167,000 |
| ダイカンドラ藩種 | 70 | ㎡ | 100㎡ | 7,000 |
| | | | | |
| 合計 | | | | 1,174,000 |

(4) 実験フィールドの施工

平成23年2月に、木場二丁目第二駐車場の車路に緑化ブロックの敷き詰め等の施工を行い、その後、ダイカンドラの植え付け及び播種を行い、初期生育管理を平成23年3月まで実施し、実験フィールドを構築した。

木場二丁目第二駐車場 中央車路部(約45㎡)



実験フィールド



ダイカンドラ

| 平成21年度実験時施工 | 本実験施工 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A photograph showing the construction site in Heisei 21. The ground is covered with a grid of concrete blocks, and there are orange markings on the ground. A sign in the foreground reads '施工前' (Before construction). | A photograph showing the construction site for the current experiment. The ground is covered with a grid of concrete blocks, and there are orange markings on the ground. A sign in the foreground reads '施工前' (Before construction). |
| A photograph showing the completed site in Heisei 21. The ground is covered with a grid of concrete blocks, and there are orange markings on the ground. A sign in the foreground reads '施工後' (After construction). | A photograph showing the completed site for the current experiment. The ground is covered with a grid of concrete blocks, and there are orange markings on the ground. A sign in the foreground reads '施工後' (After construction). |

(5) 経過観察

毎月1回、定点観測位置を設け、舗装構造のダメージ、植生の生育及びダメージ調査を実施。

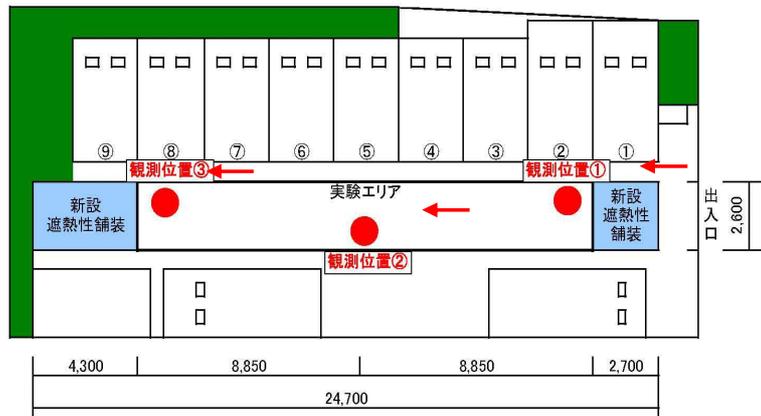
観測位置は、平成21年度の実験でダメージ箇所が多かった車路の最奥部、車両の往来の最も多い車路の出入り口に近い箇所、そしてその中間点の中央部の3箇所の観測位置を定め、実験フィールド全体に渡り、舗装構造の状態を確認し、適用を確認できるよう観測を実施した。

観測箇所位置図

- 観測位置① 出入口付近
- 観測位置② 車路中央部
- 観測位置③ 車路最奥部

<観測実施日>

- ①平成23年 4月 11日
- ②平成23年 5月 11日
- ③平成23年 6月 10日
- ④平成23年 7月 11日
- ⑤平成23年 8月 12日
- ⑥平成23年 9月 12日
- ⑦平成23年10月 12日
- ⑧平成23年11月 12日
- ⑨平成23年12月 12日
- ⑩平成24年 1月 11日
- ⑪平成24年 2月 12日
- ⑫平成24年 3月 12日



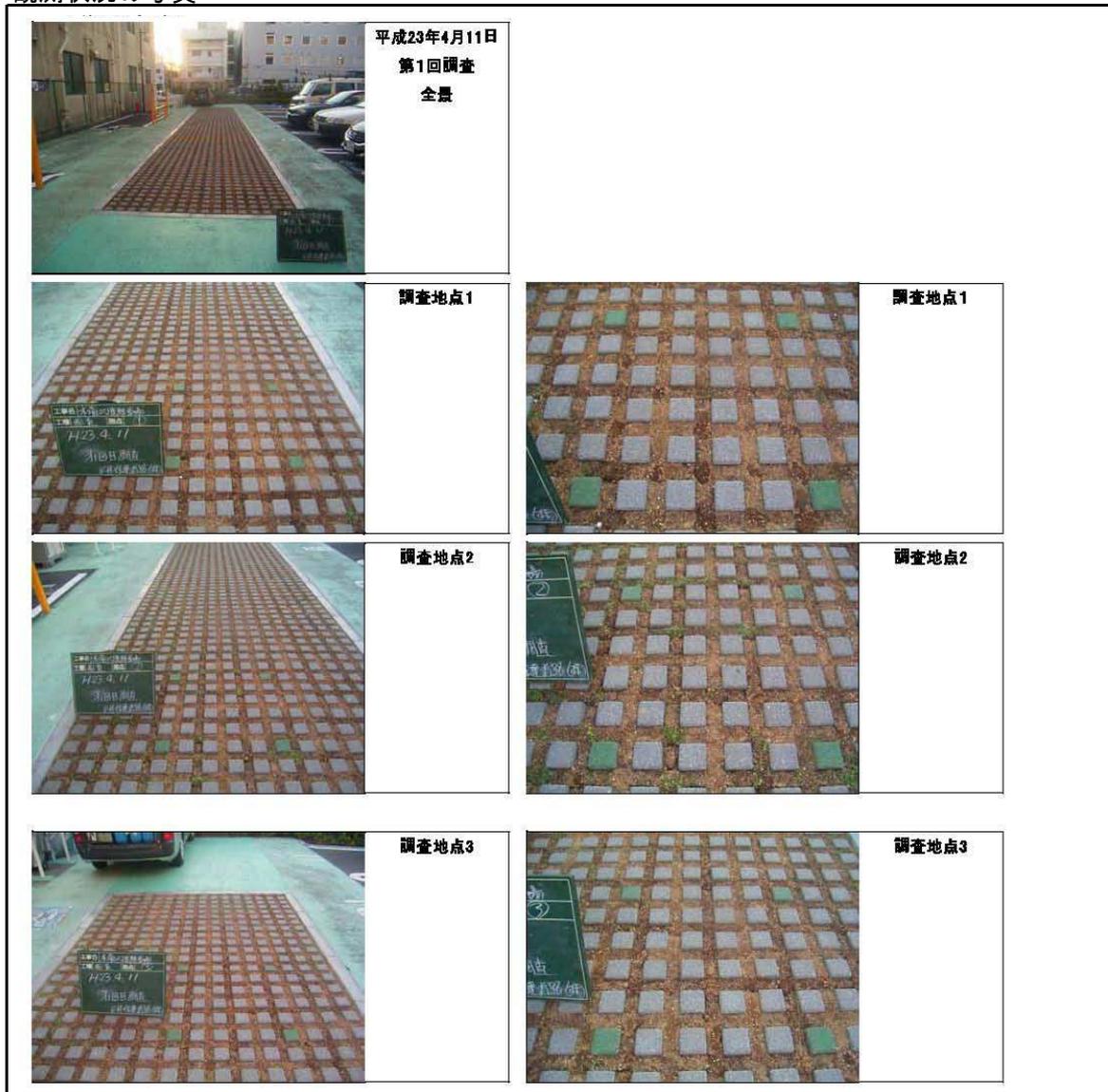
「 ← は撮影方向 」

V 実験結果

<観測実施の結果>

①平成23年 4月 11日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

ブロック間に充填した客土が十分に締まっていないことで、緑化ブロックのガタツキが生じ管理上注意を要した。

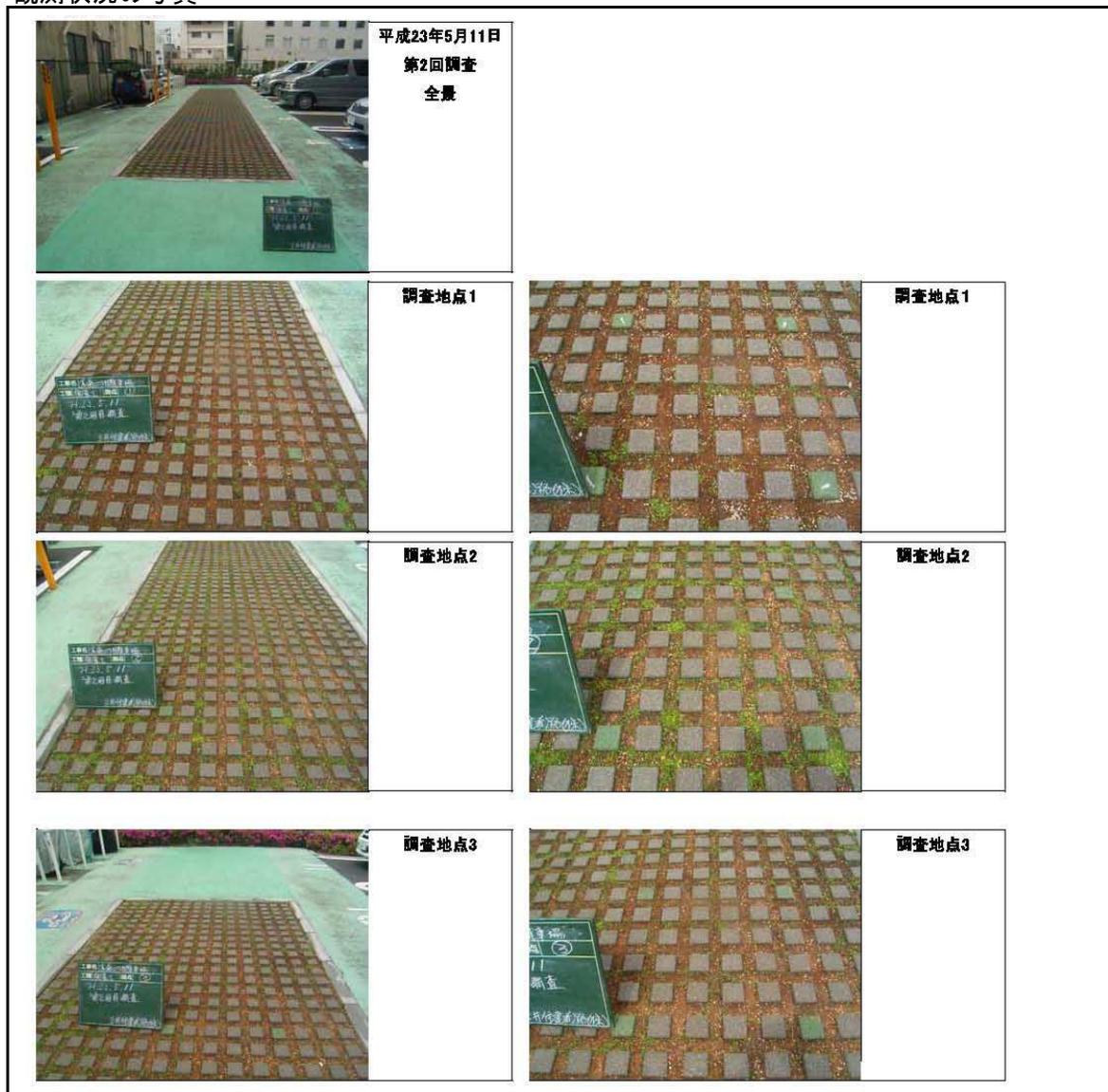
構造物・舗装破損等は無し。

ダイカンドラが全体的に雨不足により芽が起きてない状況であるが、梅雨が近い為、このまま粗放管理にて状況推移を観察する。

<観測実施の結果>

②平成23年 5月 11日 (曇り)

観測状況の写真



観測結果

降雨等でブロック間に充填した客土が締めり、ダイカンドラも根付いたことで、緑化ブロックのガタツキが解消された。

構造物・舗装破損等は無し。

ダイカンドラについては、粗放管理にて状況の推移を見守ったところ繁殖し始めた。

粗放管理による経過観察を継続。

＜観測実施の結果＞

③平成23年 6月 10日（曇り）

観測状況の写真



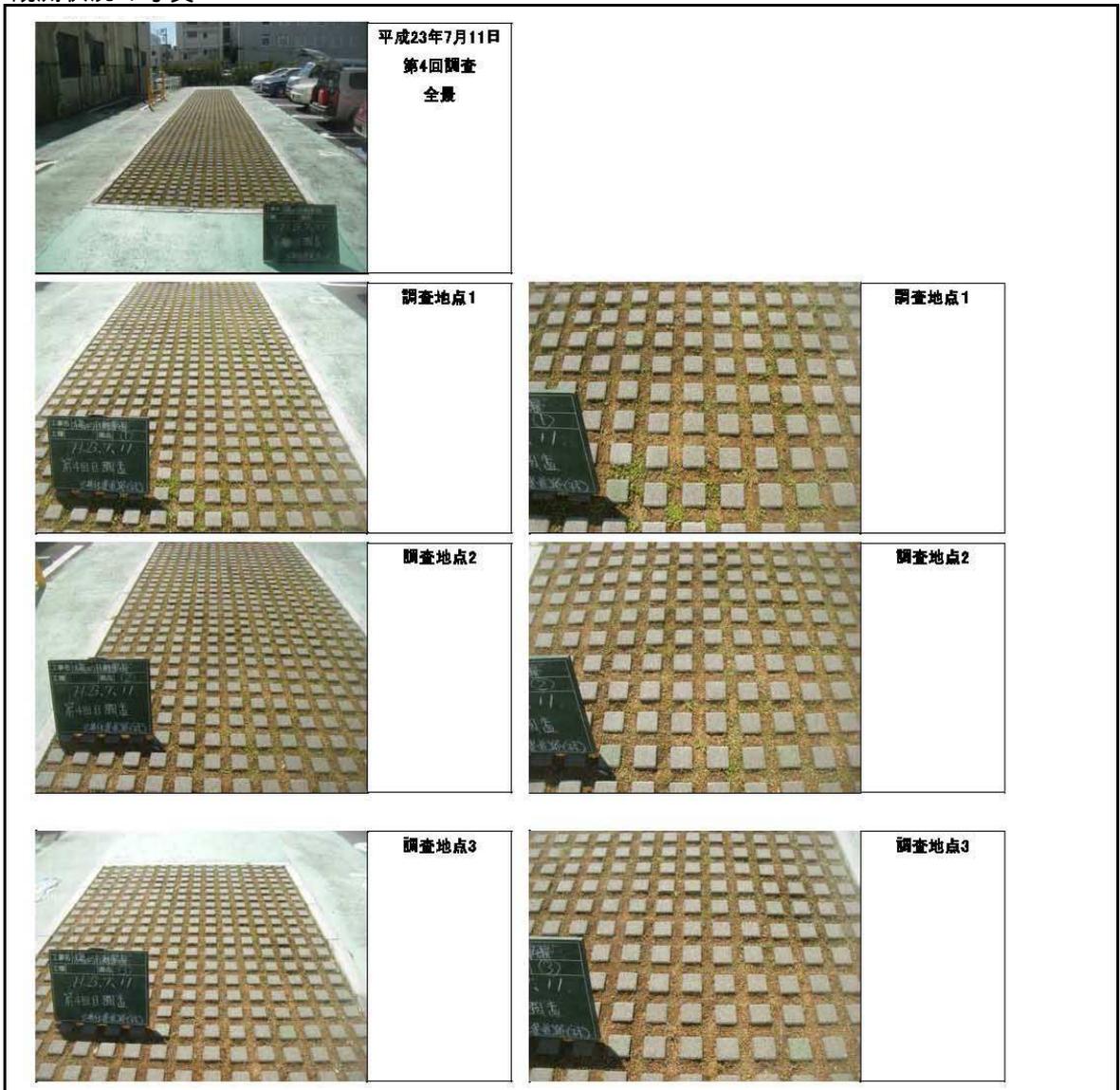
観測結果

ブロック間に充填した客土が締まったことにより、緑化ブロックのガタツキは生じてない。
構造物・舗装破損等は無し。
本格的な梅雨の時期を迎え、雨も多く水不足が解消されたことから、ダイカンドラの生育が進み、舗装面全体に緑が目立つ状態となった。
粗放管理による経過観察を継続。

<観測実施の結果>

④平成23年 7月 11日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

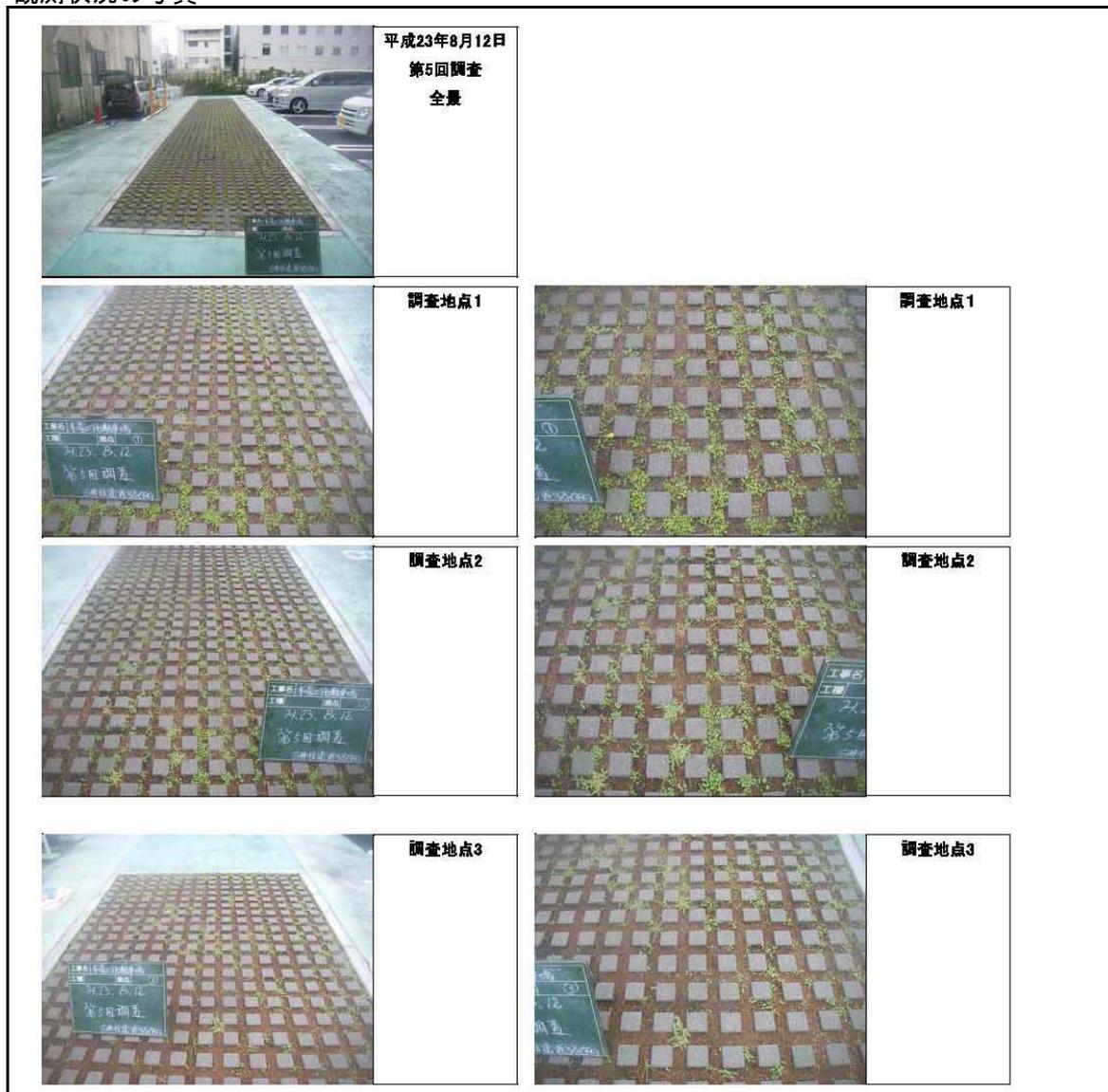
梅雨が終わり本格的な夏を迎え気温が上昇してきたことから、若干ダイカンドラに夏枯れが生じている。

(状況によっては散水を検討)

<観測実施の結果>

⑤平成23年 8月 12日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

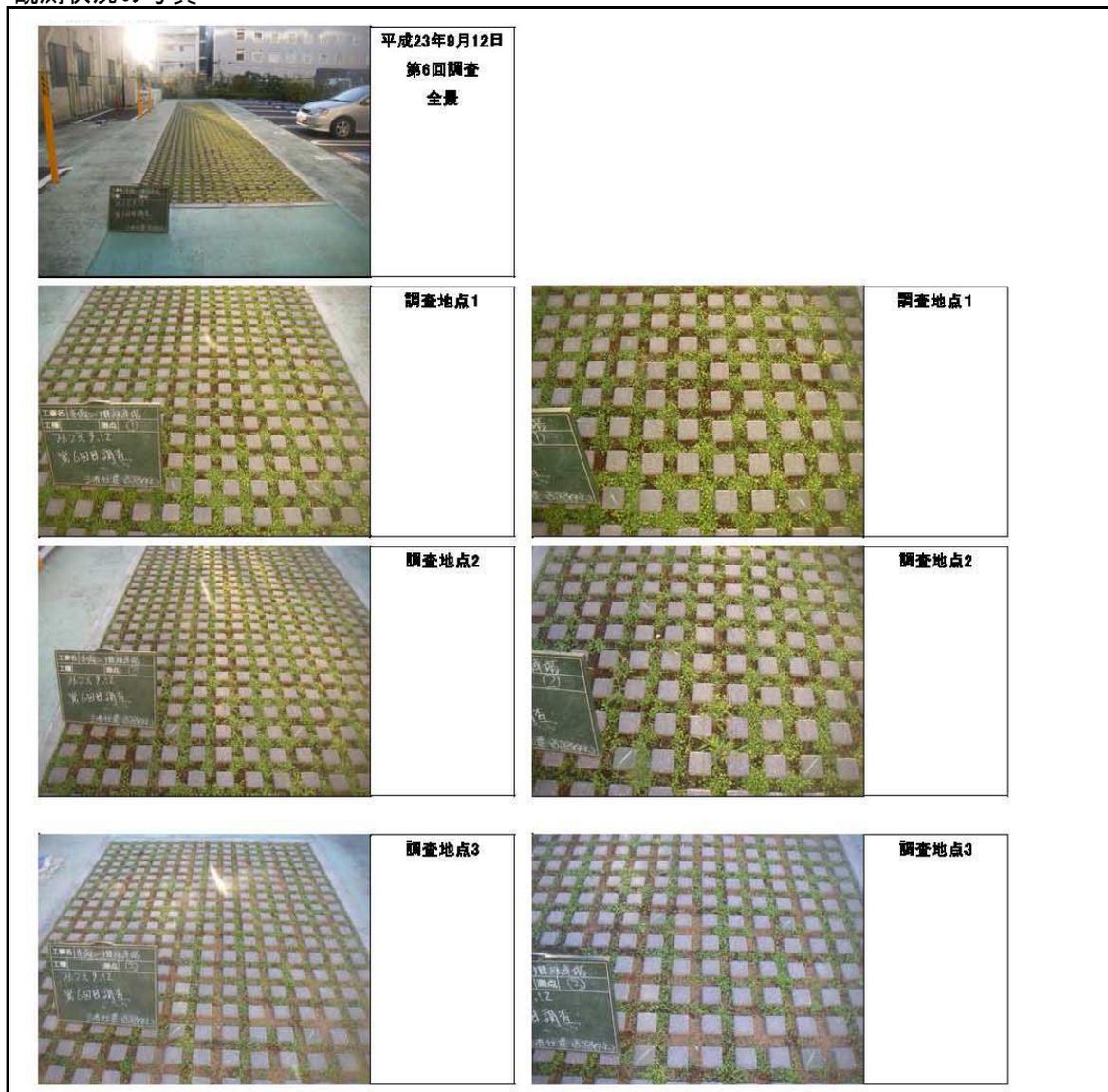
猛暑日が続き降水量も少なめで推移した事から、やや渇水状態となったが、ダイカンドラは粗放管理のまま少し夏枯れしながらも維持されている。

天気予報等から降雨の可能性が低い為、8月1日・8月12日に散水を実施。

<観測実施の結果>

⑥平成23年 9月 12日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

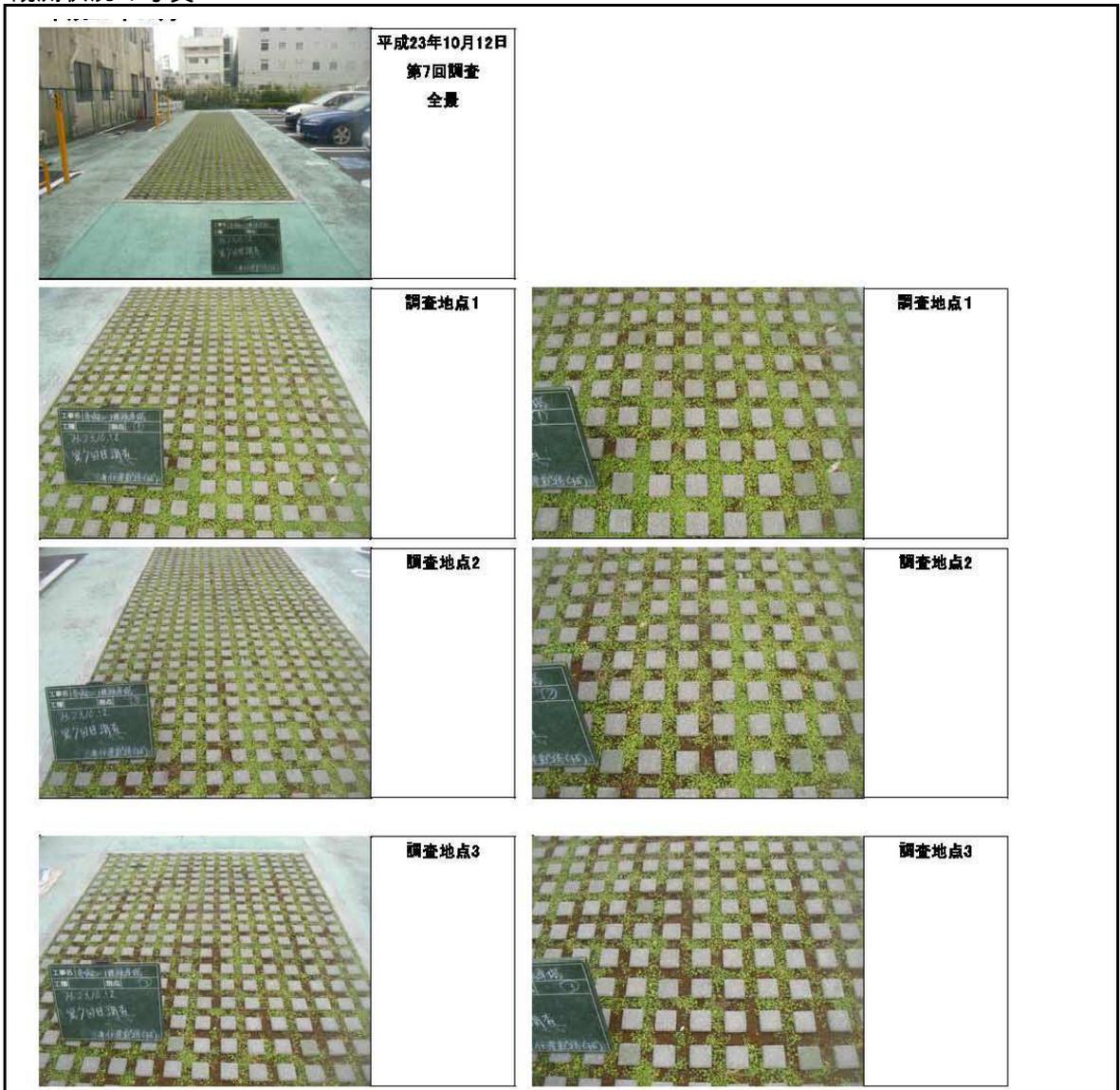
7月、8月は猛暑が続き降水量が少なく一時期渇水状態がみであったが、9月に入り気温の低下や降雨などにより、再びダイカンドラの繁殖が目立ちはじめた。

粗放管理による経過観察を続けている。

<観測実施の結果>

⑦平成23年 10月 12日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

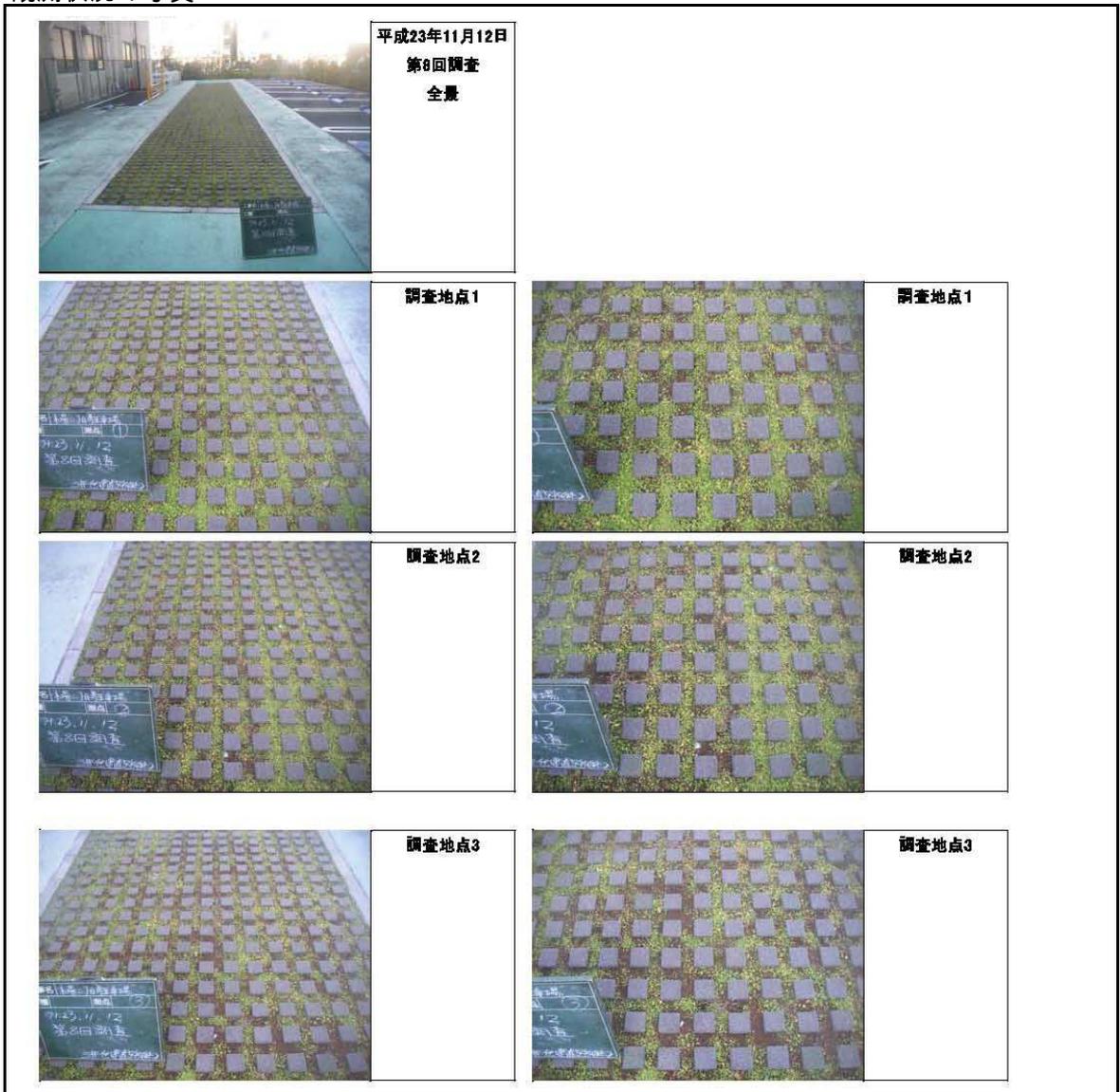
10月に入り気温も落ち着き、また定期的な雨にも恵まれ、再びダイカンドラが舗装面に繁殖した。

粗放管理による経過観察を継続。

<観測実施の結果>

⑧平成23年 11月 12日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

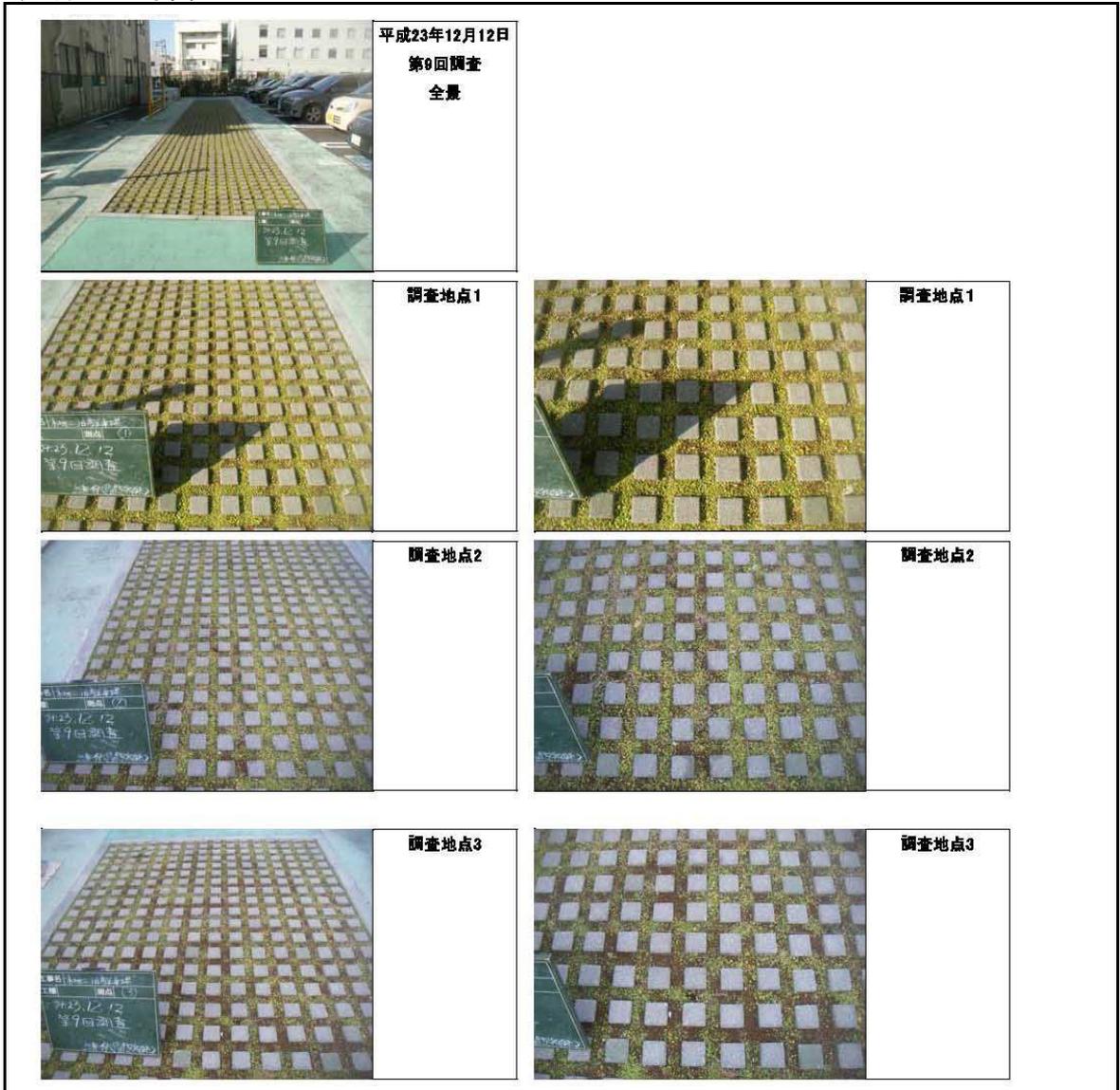
10月に引き続きダイカンドラ、緑化ブロック共に問題なく緑化舗装が維持されている。

粗放管理による経過観察を継続。

<観測実施の結果>

⑨平成23年 12月 12日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

11月までに比べ本格的な冬を迎え寒さの影響が出てきた為、ダイカンドラがやや黄色に変色してきた。

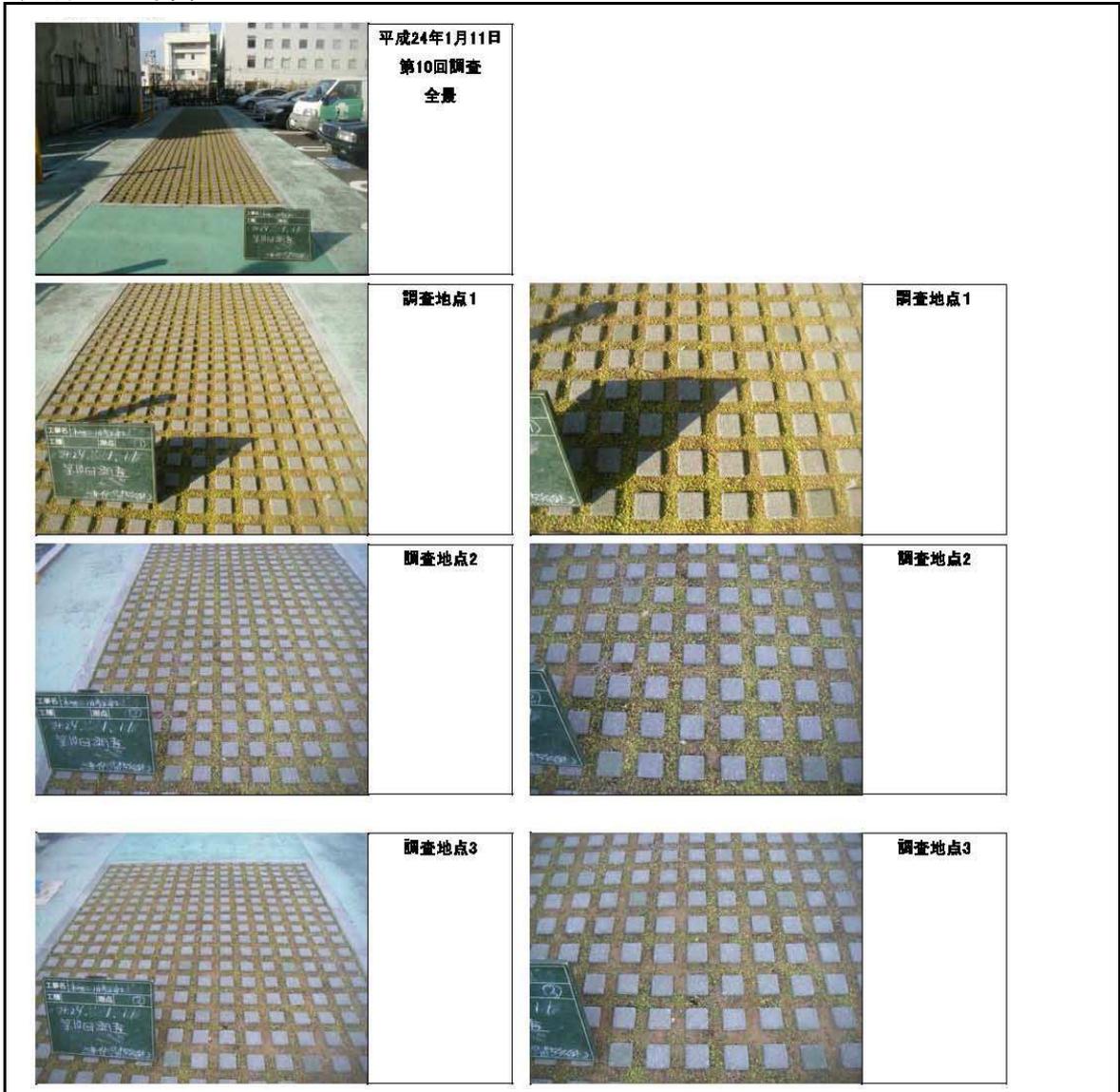
ダイカンドラの舗装面への繁殖については問題なし。

粗放管理による経過観察を継続。

<観測実施の結果>

⑩平成23年 1月 11日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

本格的な冬を迎え寒さが厳しくなってきたことで、舗装面を被っている
ダイカンドラが黄色く変色し、繁殖量も減少しはじめてきた。

粗放管理による経過観察を継続。

＜観測実施の結果＞

⑪平成23年 2月 12日（曇り）

観測状況の写真



観測結果

構造物・舗装破損等は無し。

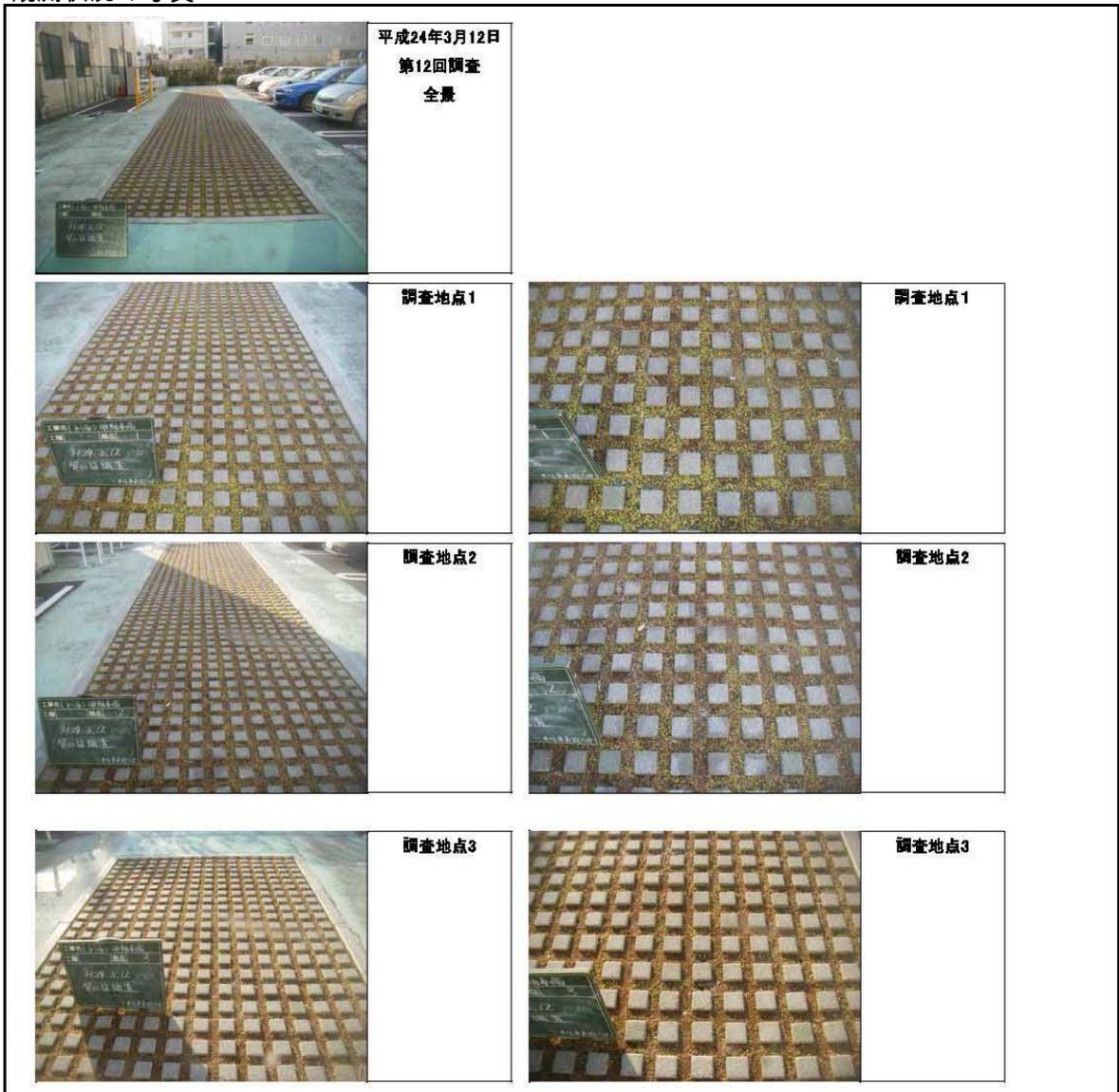
1月に引き続き、寒さの影響によるダイカンドラの減少が目立つ。

粗放管理による経過観察を継続。

<観測実施の結果>

⑫平成23年 3月 12日 (晴れ)

観測状況の写真



観測結果

構造物、舗装に関しては1年間を通じ観測した結果、破損等は見られなかった。
2月に引き続き、寒さの影響によるダイカンドラの減少が目立つ。
今後、春を迎え暖かくなることで再び新しい芽が出て、ダイカンドラが舗装面に繁殖することが予想される。

観測結果のまとめ

| 観測年月日 | 観測結果 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平成23年4月 | <p>ブロック間に充填した客土が十分に締まっていないことで、緑化ブロックのガタツキが生じ管理上注意を要した。</p> <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>ダイカンドラが全体的に雨不足により芽が起きてない状況であるが、梅雨が近い為、このまま粗放管理にて状況推移を観察する。</p> |
| 平成23年5月 | <p>降雨等でブロック間に充填した客土が締まり、ダイカンドラも根付いたことで、緑化ブロックのガタツキが解消された。</p> <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>ダイカンドラについては、粗放管理にて状況の推移を見守ったところ繁殖し始めた。</p> <p>粗放管理による経過観察を継続。</p> |
| 平成23年6月 | <p>ブロック間に充填した客土が締まったことにより、緑化ブロックのガタツキは生じてない。</p> <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>本格的な梅雨の時期を迎え、雨も多く水不足が解消されたことから、ダイカンドラの生育が進み、舗装面全体に緑が目立つ状態となった。</p> <p>粗放管理による経過観察を継続。</p> |
| 平成23年7月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>梅雨が終わり本格的な夏を迎え気温が上昇してきたことから、若干ダイカンドラに夏枯れが生じている。</p> <p>(状況によっては散水を検討)</p> |
| 平成23年8月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>猛暑日が続く降水量も少なめで推移した事から、やや渇水状態となったが、ダイカンドラは粗放管理のまま少し夏枯れしながらも維持されている。</p> <p>天気予報等から降雨の可能性が低い為、8月1日・8月12日に散水を実施。</p> |
| 平成23年9月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>7月、8月は猛暑が続く降水量が少なく一時期渇水状態がみであったが、9月に入り気温の低下や降雨などにより、再びダイカンドラの繁殖が目立ちはじめた。</p> <p>粗放管理による経過観察を続けている。</p> |
| 平成23年10月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>10月に入り気温も落ち着き、また定期的な雨にも恵まれ、再びダイカンドラが舗装面に繁殖した。</p> <p>粗放管理による経過観察を継続。</p> |
| 平成23年11月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>10月に引き続きダイカンドラ、緑化ブロック共に問題なく緑化舗装が維持されている。</p> <p>粗放管理による経過観察を継続。</p> |
| 平成23年12月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>11月までに比べ本格的な冬を迎え寒さの影響が出てきた為、ダイカンドラがやや黄色に変色してきた。</p> <p>ダイカンドラの舗装面への繁殖については問題なし。</p> <p>粗放管理による経過観察を継続。</p> |
| 平成24年1月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>本格的な冬を迎え寒さが厳しくなってきたことで、舗装面を被っているダイカンドラが黄色く変色し、繁殖量も減少しはじめてきた。</p> <p>粗放管理による経過観察を継続。</p> |
| 平成24年2月 | <p>構造物・舗装破損等は無し。</p> <p>1月に引き続き、寒さの影響によるダイカンドラの減少が目立つ。</p> <p>粗放管理による経過観察を継続。</p> |
| 平成24年3月 | <p>構造物、舗装に関しては1年間を通じ観測した結果、破損等はみられなかった。</p> <p>2月に引き続き、寒さの影響によるダイカンドラの減少が目立つ。</p> <p>今後、春を迎え暖かくなることで再び新しい芽が出て、ダイカンドラが舗装面に繁殖することが予想される。</p> |

V まとめ

本実験を実施した結果、次のような結果が得られた。

1 舗装構造について

今回の実験では、駐車場車路に太陽セメント(株)製の緑化ブロック、ジオグリーン65%を使用し、植生はダイカンドラを用いて緑化舗装を行った。

1年間、経過観測を行った結果、平成21年度の同場所での緑化舗装実験の時に見られた、車両のタイヤの切返しによる緑化ブロックの破損やズレは生じなかった。また、駐車場の運用上の問題等も特段生じなかった。

このことから、今回施工した舗装構造は、維持管理に手間がかからず、駐車場車路への使用に適応していたと判断する。

2 舗装構造に関する留意点

緑化ブロックについて、舗装施工後、客土がブロックの目地の代わりとなるため、ブロックの隙間に十分客土が充填されるまでの間、多少のダガツキが生じた。

そのため、管理上、留意する必要がある。

3 植生について

今回の実験では、平成21年度の同場所での緑化舗装実験の結果から、ダイカンドラを使用した。

1年間、生育やダメージの経過観測を行った結果、8月の炎天下、渇水時期には多少の散水(2回散水を実施)を要したが、その他の時期においては粗放管理により舗装面に十分にダイカンドラが繁殖した。

このことから、今回使用した緑化ブロック、ジオグリーン65%との相性も良く、粗放管理が可能であると考えられる。

4 コスト等

〈参考〉

| | コスト(円/㎡) | | 維持管理頻度 | 景観性 | 立地条件 | 温度低減効果 |
|----------|------------|------------|--------|-----|-----------|--------|
| | イニシャルコスト※1 | ランニングコスト※2 | | | | |
| ダイカンドラ | 70 | 454 ※3 | 粗放管理可能 | 良 | 日照と半日陰が必要 | あり |
| 緑化舗装ブロック | 11,670 | なし(補修を除く) | なし | 良 | | |

※1 イニシャルコストには、舗装工事費用等を含む。

※2 年間コスト

※3 灌水量コストとして、年間散水回数を227日と仮定
 $227日 \times 0.2円/L \times 10L/m^2 = 454$

100㎡当たりのコスト

| | コスト(円/100㎡) | |
|----------|-------------|----------|
| | イニシャルコスト | ランニングコスト |
| ダイカンドラ | 7,000 | 45,400 |
| 緑化舗装ブロック | 1,167,000 | なし |
| 合計 | 1,174,000 | 45,400 |

<今後の活動等について>

地球温暖化は世界各地で進行し、様々な深刻な問題を引き起こしている。また、都市部ではヒートアイランド現象が生じ、気温の上昇に加え、集中豪雨などによる被害も多発している。こうした中で、国際社会においては、地球温暖化の進行を防ぐため様々な取組みが検討され、温室効果ガスの抑制などの動きも強まってきており、東京都においても大きな政策課題となっている。

公社では、こうした状況に対応し、都市問題の一つであるヒートアイランド現象の緩和を図るため、平成17年から駐車場の緑化への取組みを行ってきた。

まず最初に車室の緑化舗装に取組み、次にそこから得られた課題を検証し駐車場車路の緑化舗装に取組んできた。その課程で、コストを抑え、駐車場の舗装に適した植生による緑化舗装方法を得て、さらに今回の実験において、最後の課題として残った舗装構造について、適正な舗装構造の把握に成功した。

こうした、これまでの一連の公社の取組みの成果を公表することにより、各駐車場事業者等が、緑化に対する理解を進め、駐車場緑化が進み、都市が抱える問題について、少なからず解決の一助となることを期待したい。

<参考>

平成21年度実施「木場二丁目第二駐車場における緑化舗装実験調査」について

1. 実施期間

平成21年5月～平成22年3月

2. 実験内容

2-1. 調査項目

調査項目一覧表

| 調査項目 | | 調査機器 | 概要 | 備考 |
|-----------|----------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 温度測定 | 常温と湿度 | ・接触温度計 | ・データロガーの直近実測 | ・7月以前:週2回 ・7月以降:週1回 |
| | | ・データロガー | ・精算機上部に1箇所 | ・各日30分間隔 |
| | 緑化舗装 | ・接触温度計 | ・データロガーの直近実測 | ・7月以前:週2回 ・7月以降:週1回 |
| | | ・データロガー | ・1区画に3箇所(全3区画) | ・各日10分間隔 |
| | 遮熱性舗装 | ・接触温度計 | ・データロガーの直近実測 | ・7月以前:週2回 ・7月以降:週1回 |
| | | ・データロガー | ・2箇所 | ・各日10分間隔 |
| | アスファルト舗装 | ・接触温度計 | ・データロガーの直近実測 | ・7月以前:週2回 ・7月以降:週1回 |
| | | ・データロガー | ・2箇所 | ・各日10分間隔 |
| | 透水性ブロック | ・接触温度計 | ・データロガーの直近実測 | ・7月以前:週2回 ・7月以降:週1回 |
| | | ・データロガー | ・3箇所 | ・各日10分間隔 |
| | 生育調査 | ・コドラート ・デジタルカメラ ・Photoshop | ・撮影画像のピクセル解析による植被率および緑被率の算出 | ・7月以前:週2回 ・7月以降:週1回 |
| | 熱画像解析 | ・サーモグラフィカメラ | ・地表面温度解析 | ・8月に1回実施 |
| 気温データ取得 | - | ・気象庁観測データ(東京観測所) | ・各日 | |
| 降水量データ取得 | - | ・気象庁観測データ(東京観測所) | ・各日 | |
| 日照時間データ取得 | - | ・気象庁観測データ(東京観測所) | ・各日 | |

2-2. 実験項目

本実験は、平成20年12月開場の木場二丁目第二駐車場を実験フィールドとして、駐車場の車路における新規検討植物の適用と、温度低減効果を比較検討するため、実験フィールドを3区画に分けて実験を行った。この3区画には、粗放管理に適すると考えられる「ダイカンドラ」、「スーパーイワダレソウ」、「シロツメクサ」の3種類を適用し、平成21年5月から平成22年3月にかけて前項の調査項目一覧表に示し、各調査を行った。

なお、植生選定に際しては、前記のように公社が平成17～19年度に実施した東京都中野駐車場における実験実施結果を受けて、「ローコスト・ローメンテナンス」に主眼をおいていることから、次のことを重要視した。

- ①刈り込み作業をなくすために、背丈が低いこと。
- ②灌水作業をなくすために、耐久性が優れていること。
- ③藩種および植え付け作業などのイニシャルコストが低いこと。

また、本実験ではローメンテナンス性を確認するため、灌水や施肥などの維持管理を基本的に行わずに実施した。

本実験適用植生の主な特徴

| | A区画 (ダイカンドラ) | B区画 (スーパーイワダレソウ) | C区画 (シロツメクサ) |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 適 期 | 5～7月または9～10月 | 4～10月 | 2～5月または8～12月 |
| 草 丈 | 3～5cm | 5cm | 5～20cm |
| 気象条件 | 乾燥不可 半日陰が良い | 日陰は不向き | 日当たりを好む |
| 土壌条件 | 日陰、やせ地でも生育可能 | 悪性土壌でも生育可能 | 日陰以外なら生育可能 |
| 耐踏圧性 | 強い | 強い | 強い |
| 耐 暑 性 | 強い | 強い | 強い |
| 耐 陰 性 | 強い | 弱い | 弱い |
| 耐 湿 性 | 強い | 強い | 強い |
| 耐 寒 性 | やや弱い | 強い(冬場は休眠) | 強い |
| 写 真 |  |  |  |

実施期間中の8月は日照時間が長く、降雨がほとんどないという状況で枯死が目立った。そこで、灌水の有無による適用植生への影響を把握するため、8月20日に各区画半分程度に灌水を実施した。

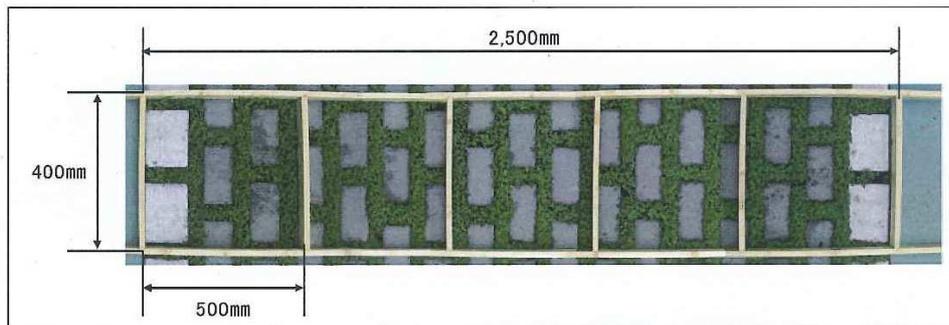
また、藩種による植生(ダイカンドラおよびシロツメクサ)は、追い撒きを実施した。

なお、5月末の実験開始に先立ち、平成20年12月の駐車場開場後、4ヶ月間の供用により駐車場の突き当たり部で、繰り返しのタイヤ切返しが原因と思われる舗装の破損(ブロックの浮き上がり)が生じた。このことから、駐車車両の安全性を考慮し、今後破損が生じると考えられる部分を含め、ブロック下部をモルタルで固定する処置を施し、この箇所を植生調査の対象外とした。

植生調査では、画像撮影をおこなった(コドラートは、1区画 400mm×500mm)。

画像撮影後は、Adobe社のPhotoshopを用いて植被率および緑被率を算出し、「ブラウン・ブランケ法」に基づいた度数を用いて評価を行った。

温度調査では、緑化舗装A,B,C区画のそれぞれ3箇所にデータロガーを設置した。これらのデータロガーを比較する対象として、遮熱性舗装とアスファルト舗装に2箇所ずつ、車路部の透水性ブロックに3箇所データロガーを設置した。夏季には、猛暑日になると思われる日を予測し、植生調査と同様の方法で、サーモグラフィーカメラを用いて熱画像を撮影した。熱画像解析では、夏季に緑化舗装が遮熱性舗装やアスファルト舗装に対して、どの程度の温度低減効果が得られるかを分析した。



植生調査(ブラウン・ブランケ法)に用いた実験器具図



温度調査に用いたデータロガー(左:温湿度ロガー、右:温度ロガー)

3. 実験場所と区画定義

3-1. 実験場所

- ① 管理者：財団法人東京都道路整備保全公社
- ② 駐車場名：木場二丁目第二駐車場
- ③ 所在地：東京都江東区木場2-15-22
- ④ 収容台数：11台



実験対象駐車場位置図

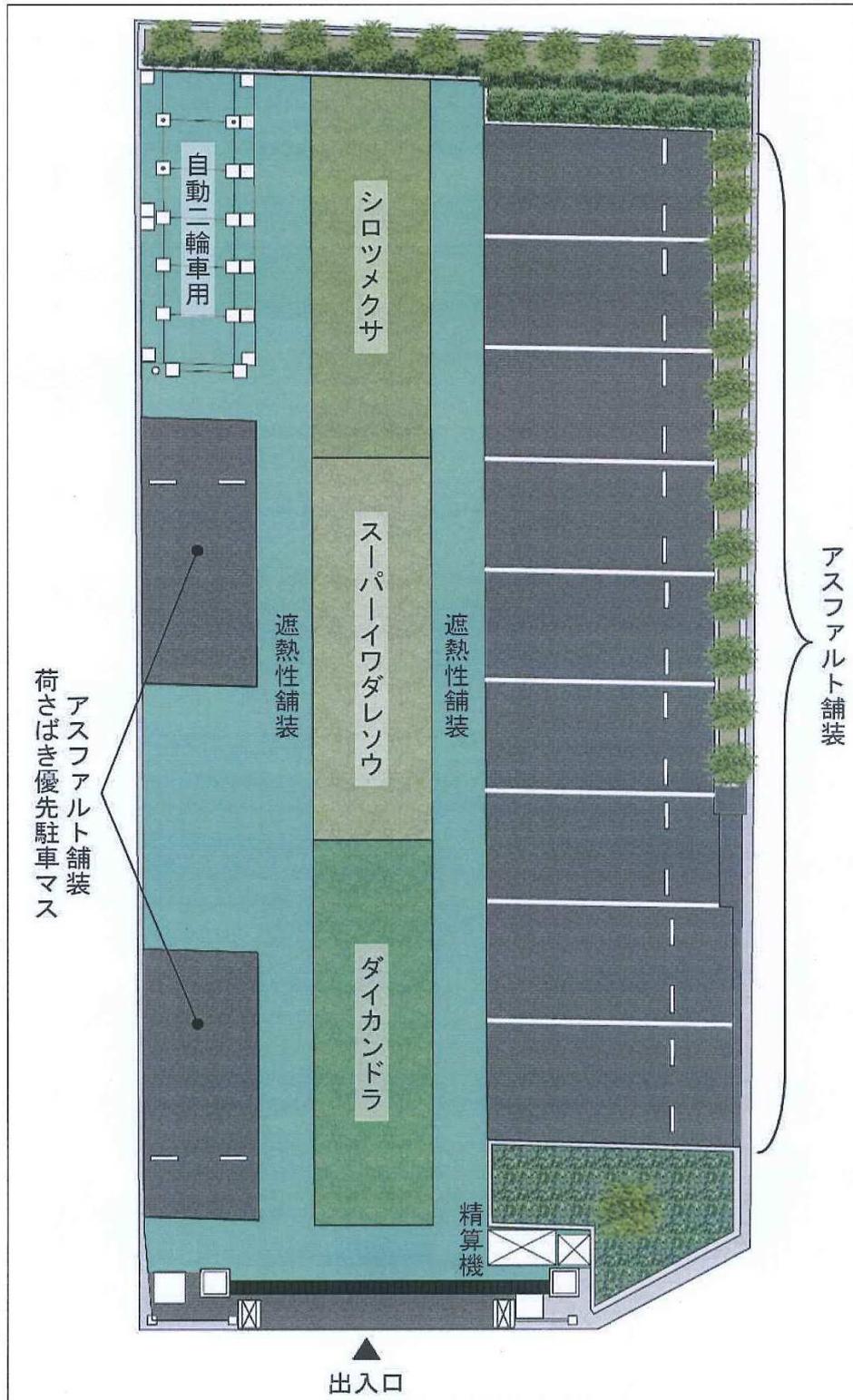


整備前



整備後

3-2. 区画定義



木場二丁目第二駐車場平面図

- A区画:ダイカンドラ
- B区画:スーパーイワダレソウ
- C区画:シロツメクサ

4. 実験結果のまとめ

以上の各条件別の結果をまとめると下表のようになり、どの植生もヒートアイランド現象緩和効果が確認できたことから、本実験の主旨である「ローコスト・ローメンテナンス」という観点を踏まえて総合的に判断すると、ダイカンドラが最も望ましいという結論が得られた。ダイカンドラを選定した理由を以下に、まとめる。

- ① イニシャルコストが安価(70円/㎡)であること。
- ② 維持管理をする頻度が少ないことで、ランニングコストが安価(夏季に灌水を2回実施すると仮定すると、年間454円/㎡)となる。(降水量によっては粗放管理が可能)
- ③ 夏季は粗放管理(ANN)をおこなっても、シロツメクサ(CNN)のように枯死が増えず、良好な結果が得られたこと。
- ④ 冬場は、スーパーイワダレソウのように変色しないこと。(葉先が若干黄色く変色)
- ⑤ 冬場の緑被率が、今回の適用植生中、最も良好であること。(約30%)
- ⑥ 温度軽減効果が、スーパーイワダレソウよりも低かったものの、ある程度の効果が得られたこと。
- ⑦ 日陰が必要となることから、他の2種より耐陰性に優れていること。
- ⑧ 本実験の主旨であるローコスト・ローメンテナンスという考えからは外れるが、生育が遅いという欠点は、ダイカンドラマットを用いることで、補うことが可能であること。

条件別による比較

| | コスト(円/㎡) | | 維持管理 頻度 | 景観性 | 立地条件 | 温度低減 効果 |
|--------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|------------|
| | イニシャル コスト※1 | ランニング コスト(年間)※5 | | | | |
| ダイカンドラ | 70 | 454 | 少 (粗放管理 可能) | 良 | 日照と 半日陰 が必用 | あり |
| スーパー イワダレソウ | 2,500 | なし | なし (粗放管理 可能) | 悪 (休眠 時期) | 悪性土壌 での生育 が可能 | あり |
| シロツメクサ | 20 | 1,816 | 多 (灌水が必要) | 良 | 日照が 必要 | あり |
| 芝生(参考)※2 | 20,000※3 | 3,500 | 多 (施肥、除草、 刈り込みなど) | 最良 | 日照が 必要 | あり |
| アスファルト 舗装(参考)※4 | 5,000 | なし (補修を除く) | なし | - | - | なし |

※1: イニシャルコストには別途、舗装工事費が必要となる

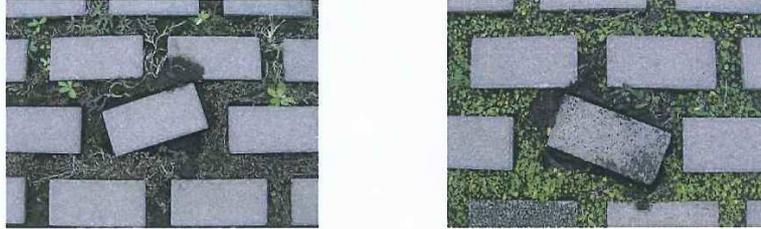
※2: 本実験適用植生と、現在主流の芝生を比較するために参考として記載

※3: 芝生の価格は種類により異なるため、グラスパーキングの平均的な価格を参考値として記載

※4: アスファルト舗装は、参考のために一般的な市場価格を記載

5. 今後の課題

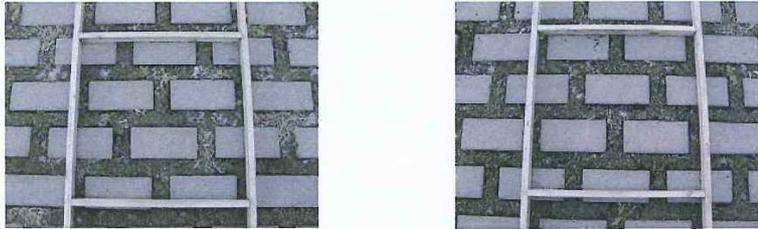
- ① 車路の舗装に対して、舗装構造に対する検討の余地があること。



タイヤの切り返しによる破損

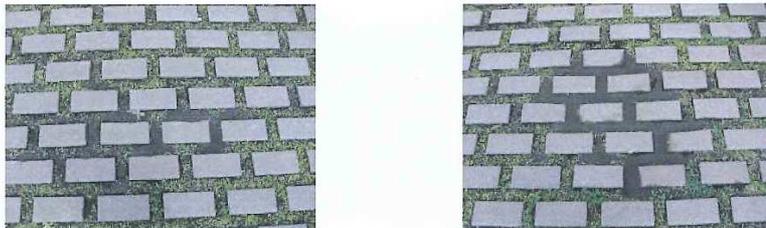
- ② 緑化舗装と、植生のマッチングによる検討が残されていること。

- ③ B区画およびC区画に凍害が発生したことから、冬越し対策に関する検討が必要であること。



霜柱による被害

- ④ 出入口に隣接するA区画において、エンジン廃熱に対する枯損が発生したことから、エンジン廃熱対策に関する検討が必要であること。



エンジン廃熱による枯損

木場二丁目第二駐車場における緑化舗装実験調査報告書

平成24年3月

発 行 公益財団法人 東京都道路整備保全公社
〒163-0720 東京都新宿区西新宿2-7-1
小田急第一生命ビル20F
TEL (03)5381-3361