

環境省
令和5年度環境技術実証事業

水・土壌環境保全技術領域
自然環境保全技術領域

実証報告書

令和6年3月

実証機関 : 一般社団法人埼玉県環境検査研究協会
実証対象製品名 : NHドレーン
実証対象技術名 : NHドレーンを用いた人工芝グラウンドにおける
マイクロプラスチックの流出抑制技術
実証申請者 : 株式会社アークノハラ
製品の製造者 : 大洋技研株式会社
実証番号 : 140-2304



本実証報告書の著作権は、環境省に属します。

目次

全体概要	1
1. 実証対象技術の概要	1
2. 実証の概要	2
3. 実証結果と考察	2
4. 参考情報	4
本編	5
1. 本事業の概要	5
1.1 目的	5
1.2 実証の定義	5
1.3 実証報告書の概要	5
2. 実証体制と実証参加者の責任分掌	6
3. 実証対象技術の概要及び仕様	8
3.1 実証対象技術の原理	8
3.2 実証対象製品の仕様	11
3.4 実証対象製品の維持管理に必要な作業項目、使用者の技能	12
3.5 実証対象装置が必要とする条件の制御	12
4. 既存データ	13
4.1 既存データ	13
4.2 既存データの活用	16
5. 実証（試験）方法	17
5.1 実証の全日程	17
5.2 模擬試験の概要	17
5.3 試験実施場所の情報	20
5.4 監視項目	20
5.5 実証項目、実証する性能及び参考項目	20
6. 試験結果及び考察	22
6.1 監視項目	22
6.2 実証項目	22
6.3 参考項目	25
7. 所見（実証結果のまとめ）	28
付録	29
1. 専門用語集	29
2. 品質管理に関する事項等の情報	30
2.1 データの品質管理	30
2.2 品質管理システムの監査	30
資料編	31
1. 試験の実施状況（写真）	31

全体概要

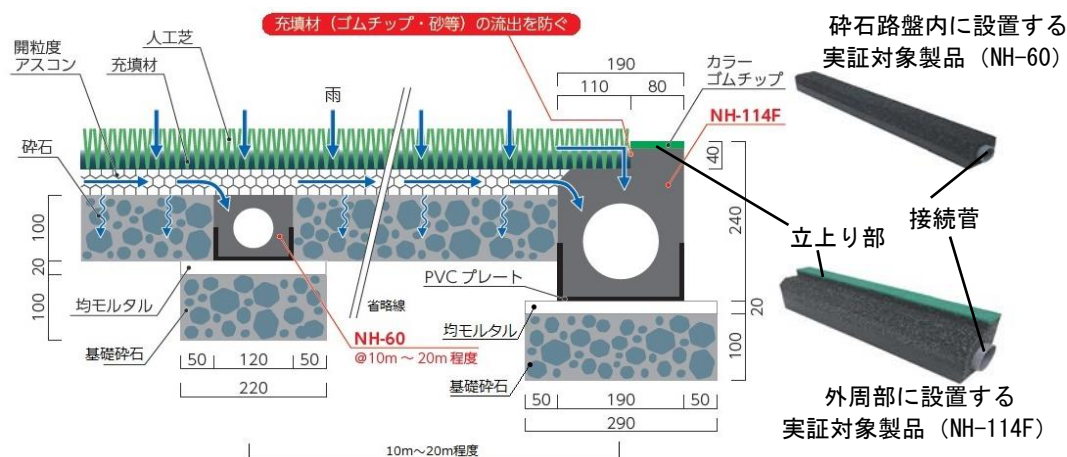
実証対象技術	NHドレーンを用いた人工芝グラウンドにおけるマイクロプラスチックの流出抑制技術
実証申請者 所在地	株式会社アークノハラ 東京都新宿区新宿 1-1-11
実証機関 所在地	一般社団法人埼玉県環境検査研究協会 埼玉県さいたま市大宮区上小町 1450 番地 11
実証期間	令和5（2023）年12月18、21、22日、令和6（2024）年2月14日
技術の目的	実証対象技術は、高い透水性を有する排水材である「NHドレーン」を用いて、人工芝グラウンドにおけるマイクロプラスチックの流出を抑制することを目的としている。

1. 実証対象技術の概要

1.1 原理及び技術の目的（環境保全効果）、特徴

実証対象製品である「NHドレーン」は、再生骨材をウレタン接着剤で固め強度を保持したままポーラス状に成型したものであり、高い透水性を有している。下図に示すとおり、人工芝グラウンドの碎石路盤よりも実証対象製品の方が高い透水性を有しているため、碎石路盤内や外周部に設置することで、降雨を速やかにNHドレーン内部へ集水し、外部へ排水することが可能である。

実証対象製品の細孔の大きさは、プラスチック製の充填材（サイズ1～2mm程度）や人工芝葉（短径1.5mm程度）よりは十分に小さいため、これらは通過せずに主に雨水のみが排水される。また、外周部に設置する実証対象製品には立上り部が設けられており、雨水で浮遊した充填材等の場外への流出を防ぐことができる。これらの機能により、実証対象技術では、マイクロプラスチックによる環境汚染の一因ともいわれている人工芝充填材等の流出を抑制することが可能である。



注）基礎碎石の左右等は空白となっているが、実際には元々の地盤（土）等が存在している。

図 実証対象技術のシステム構成、外観、雨水の流れ（側面方向から見た断面図）

1.2 実証対象製品の仕様、適用先（詳細は本編 11 頁参照）

本体の大きさ	碎石路盤内設置タイプ（NH-60）：120×100×1,000mm 外周部設置タイプ（NH-114F）：190×240×1,000mm
重量	碎石路盤内設置タイプ（NH-60）：6kg 外周部設置タイプ（NH-114F）：21kg
設置間隔	碎石路盤内設置タイプ（NH-60）：10～20m
本体の原材料	廃ペットボトル破砕品、廃タイヤチップ、湿気硬化一液ウレタン接着剤等
透水係数	0.17cm/sec（JIS A 1218に基づく第三者試験）
耐用年数	実績として10年以上（2013年以降、100件以上の施工実績あり）
適用先	サッカー場、野球場等の人工芝グラウンド

2. 実証の概要

2.1 実証の目的

本実証では、実証対象製品のマイクロプラスチック流出抑制効果を明らかとすることを目的として、模擬的な試験環境下において、実証対象製品と従来工法における充填材等の流出量の比較試験を実施した。また、排水性能についても補足的に調査した。さらにユーザーへのヒアリングを行い、排水性能等に関する主観評価も実施した。

2.2 性能を示す項目及びその定量的値（実証項目及び実証する性能値）

実証項目	実証する性能（値）
プラスチック片の合計流出重量	在来工法との重量比較において、プラスチック片の合計値※で50%以上の流出抑制※※

※4回の繰り返し試験における充填材、芝葉の合計の乾燥重量。目砂は除く。目開き0.3mmのネットで充填材等を回収した。サイズ約1mm以下のプラスチックはネットを通過する可能性があるため、サイズ1mm以上のプラスチック片が本試験における主な測定対象となっている。

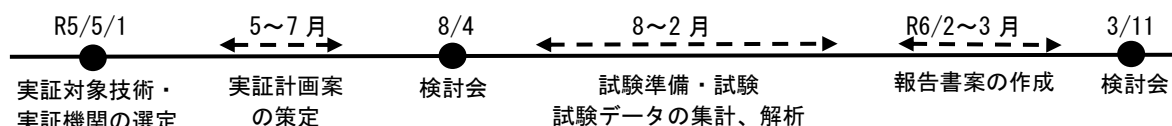
※※流出抑制率の計算は以下の式に従って行った。

$(\text{流出抑制率}) = \{(\text{従来工法の流出量}) - (\text{実証対象製品の流出量})\} / (\text{従来工法の流出量})$

2.3 試験実施場所

模擬試験	株式会社アークノハラ 戸田事務所 (埼玉県戸田市下笹目163-1)
ユーザーへのヒアリング調査	株式会社川崎フロンターレ Anker フロンタウン生田 (神奈川県川崎市多摩区生田1-1-1)

2.4 実証期間（スケジュール）



3. 実証結果と考察

3.1 実証項目（詳細は本編 22～24 頁参照）

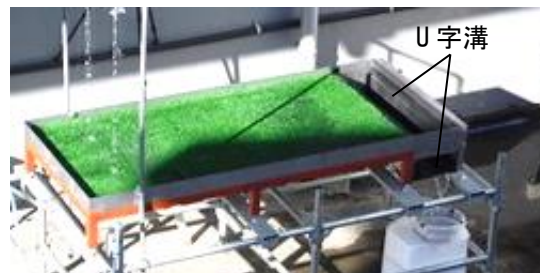
以下に示す模擬試験装置を用いて調査した結果、実証対象製品では従来工法に比べ、ゴムチップ充填材を主とするプラスチック片の流出量が少なかった。流出抑制率は、降雨量が30mm/hの条件では69%、降雨量が150mm/hの条件では93%となり、実証する性能（50%以上）を満たした。

表 実証項目の結果（プラスチック片の流出量の比較）

排水溝の種類	降雨量 (mm/h)	4回試験の合計流出重量 (mg)	流出抑制率 (%)
実証対象製品	30	4	69
従来工法		13	
実証対象製品	150	150	93
従来工法		2,120	



実証対象製品接続時



U字溝接続時（従来工法の場合）

図 模擬試験装置の外観

3.2 参考項目（本編 25～27 頁参照）

従来工法に比べて実証対象製品では水溜りの発生が少なかった。このことから、実証対象製品には高い排水性能があると判断できる。水溜りの発生はプレーへの影響が大きいことから、実証対象製品を導入することで、降雨時においてより快適にプレー可能になると考えられた。



実証対象製品
（降雨量 30mm/h、散水開始から 10 分後）



従来工法
（降雨量 30mm/h、散水開始から 10 分後）

図 模擬試験中の水溜りの発生状況（2 回目の試験中の人工芝外観）

下表に示すとおり、どの試験条件においても流出したプラスチック片の大部分はゴムチップであった。人工芝（葉）は従来工法のみ流出が確認された。人工芝は水中で浮きやすい性質を持っていることから、排水溝への溢水が発生しやすい従来工法において、流出しやすかったと推測される。

表 各プラスチック片の流出重量（4 回試験の合計値、単位：mg）

排水溝の種類	降雨量 (mm/h)	総量	非散布 ゴムチ ップ	散布 5mm 丈 人工芝	散布 3mm 丈 人工芝	非散布 人工芝	実証対象 製品由来
実証対象製品	30	4	4	0	0	0	0
従来工法		13	13	0	0	0	—
実証対象製品	150	150	142	0	0	0	8
従来工法		2120	2007	72	38	3	—

下表に示すとおり、ユーザー（施設管理者）も模擬試験で示された実証対象製品の高い排水性能を実感していることが明らかとなった。プレーへの影響やメンテナンス性、収益面等においても、従来製品に比べて高評価であった。

表 人工芝のサッカーグラウンド等の施設管理者へのヒアリング調査結果

ユーザーの意見	・従来工法と比べて排水性能は高いと感じる。 ・大雨が降った後も水溜りがほとんど発生せず、乾きやすい。 ・雨天がプレーにほとんど影響を与えない（従来工法では影響あり）。 ・実証対象製品のグラウンドでは、充填材の流出が少ないと感じている。 ・排水性能が良いのでメンテナンス性は良い。 ・実証対象製品の導入で施設の稼働率が上がった。収益面でもプラスである。
---------	--

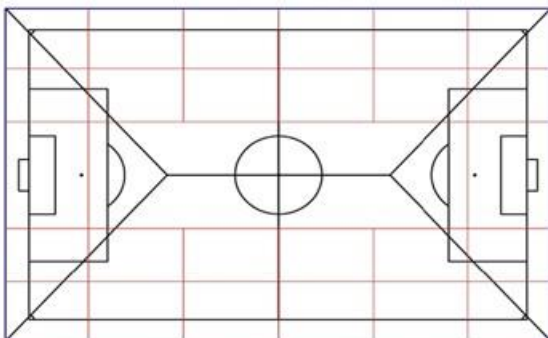
3.3 所見（詳細は本編 28 頁参照）

項目	所 見
技術全体	実証対象製品は、マイクロプラスチックによる環境汚染の一因ともいわれているプラスチック製の充填材や人工芝葉の流出抑制に効果的であることが、模擬試験結果より明らかとなった。また、従来工法に比べて実証対象製品では水溜りの発生が少なく、実証対象製品には高い排水性能があると判断された。さらに、人工芝グラウンドを管理しているユーザーへのヒアリング調査より、ユーザーも模擬試験で示された実証対象製品の高い排水性能を実感していることが明らかとなった。
その他	模擬試験装置の構造上の問題で、模擬試験時に実証対象製品と人工芝片を載せた鉄板の接続部より充填材等が流出し、流出抑制率の結果に影響を及ぼした。実際の人工芝フィールドでは、模擬試験の流出抑制率よりも高い値が得られると推測された。また、既存データ（参考データ）において、施工から 4 年以上実証対象製品の排水機能を維持できていたことを示す、定性的な試験データが得られている。

4. 参考情報

注意： このページに示された情報は、技術広報のために全て実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

4.1 製品データ

項目		実証申請者又は開発者 記入欄			
製品名・型番		NHドレーン（NH drain）			
製造（販売）企業名		株式会社アークノハラ（ARC-NOHARA CO., LTD.）			
連絡先	TEL/FAX	03-3357-2442/03-3357-7040			
	Web アドレス	https://arc-nohara.co.jp/			
	E-mail	aac-kouhou@nohara-inc.co.jp			
設置・導入条件		表層設置型高速排水材 人工芝グラウンドに適用			
必要なメンテナンス		必要なし			
耐候性と製品寿命等		実績として10年以上			
施工性		非常に軽量であり施工性に優れる。 NH-60：6kg/本/m NH-114F：21kg/本/m			
コスト		項目	単価	数量	計
コスト概算 (条件：都度見積)		イニシャルコスト（サッカー場1面あたり：115m×78m）			
		製品	単価	数量	計
		NH60	¥12,000/m	807m	¥9,684,000
		NH114F	¥20,500/m	386m	¥7,913,000
		合計			¥17,597,000
		※NHドレーン敷設間隔を@15mとした場合の材工設計価格コスト 設置費用には、掘削、敷きモルタル、埋戻しなどは含みません。			
					

4.2 その他メーカーからの情報

- 高排水性：従来工法に比べ、より表層に近い位置に設置するため、高い排水性を実現。
- 排水側溝不要：外周部の側溝・蓋が不要になりプレーヤーは安全にプレーすることができる。
- 再生材を使用：再生PET樹脂約35%、再生ゴム約40%、リサイクルPET樹脂食器約2%を使用。
- 海洋汚染防止：水は通すがゴムチップやプラスチック片の流出を防ぐ絶妙な空隙率を有す。
アークノハラは地球環境・地域住民・アスリートに優しいグラウンドづくりに貢献し、持続可能なグラウンドづくりを推進していきます。

本編

1. 本事業の概要

1.1 目的

環境技術実証事業（以下「実証事業」という。）は、既に実用化された先進的環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他、環境の観点から重要な性能（以下「環境保全効果等」という。）を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の利用者による技術の購入、導入等に当たり、環境保全効果等を容易に比較・検討し、適正な選択を可能にすることにより、環境技術の普及を促進し、環境保全に寄与し、中小企業の育成も含めた環境産業の発展に資することを目的とする。

実証事業は、国際規格であるISO 14034：2016〔Environmental management -- Environmental technology verification (ETV)：環境マネジメントー環境技術検証（ETV）〕に準拠しており、国際的に統一された枠組みで実証事業を運用している。

1.2 実証の定義

本実証事業において「実証」とは、環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を試験等に基づき客観的なデータとして示すことをいう。なお、環境技術とは環境改善効果又は環境保全効果をもたらす先進的技術並びに環境に関する先進的な測定技術と定義する。「実証」は、一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なる。

1.3 実証報告書の概要

本報告書は、環境技術実証事業実施要領〔環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室：令和5年11月16日〕（以下「実施要領」という。）の「別紙4 実証報告書及び実証報告書概要版に記載する事項」及び「別紙5 実証報告書作成要領 Ver.3.2」に基づき、作成されたものである。

本実証では、実施要領に基づいて実証対象技術として選定された「NHドレーン」について、以下に示す装置の性能等を客観的に実証した。

また、本報告書は、専門家で構成される技術実証検討会において、実証結果に基づき、実証対象技術の環境改善効果等について検討を行った。本報告書はその実証結果を取りまとめたものである。

- ・実証申請者が定める技術仕様の範囲での、実際の使用状況下における製品の性能
- ・適正な運用が可能となるための使用環境
- ・使用及び維持管理にかかる労力

2. 実証体制と実証参加者の責任分掌

実証に参加する組織及び実施体制を図2-1に示した。また、実証参加者と責任分掌を表2-1に示した。

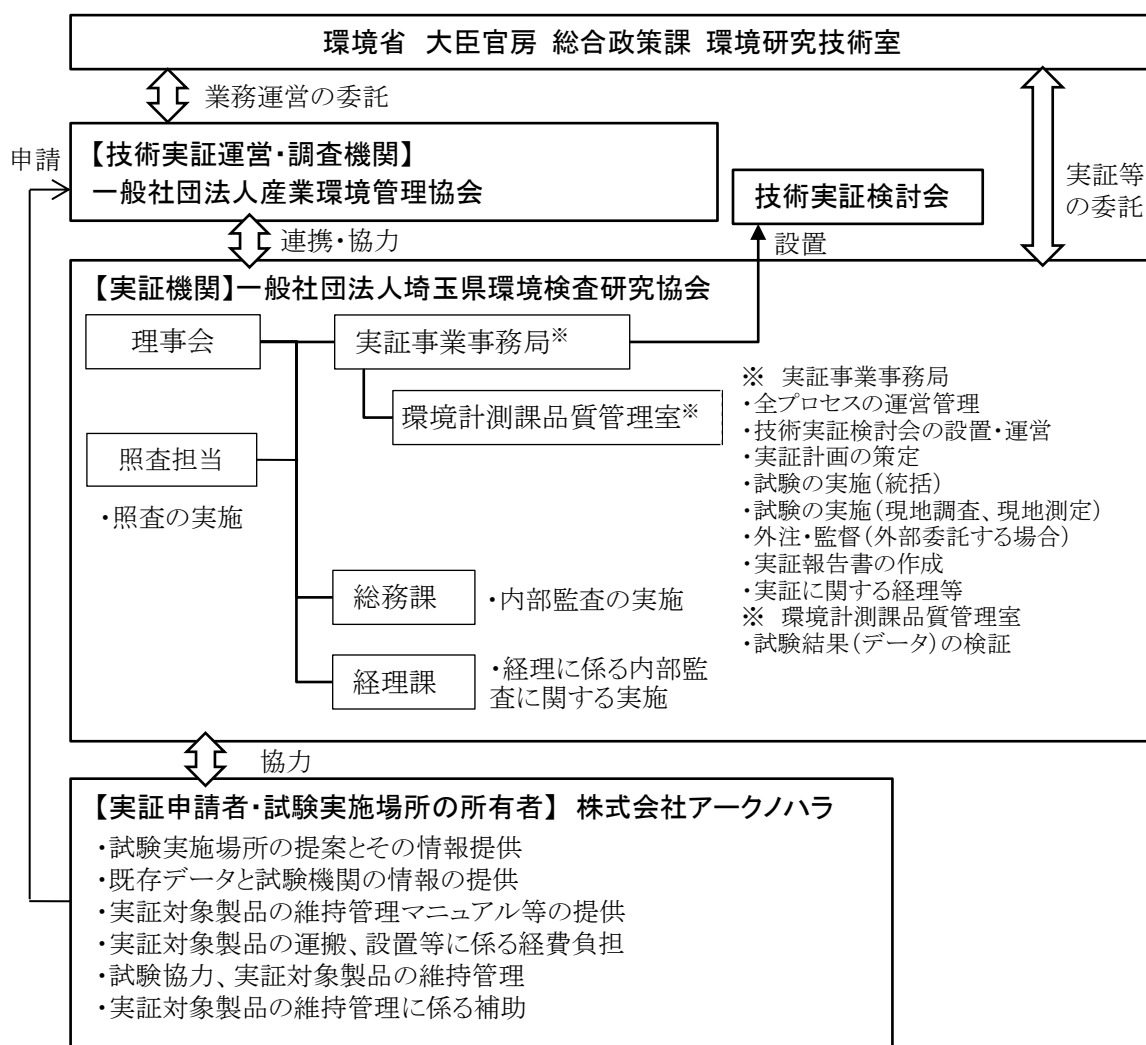


図2-1 実証に参加する組織及び実施体制

表2-1 実証参加者と責任分掌

区 分	実証参加機関		責 任 分 掌	参 加 者
実証機関	一般 社団法人 埼玉県環 境検査研 究協会	統括・ 計画管理	実証事業の全プロセスの運営管理	実証事業事務局 山岸 知彦 長濱 一幸 大塚 俊彦 岸田 直裕
			技術実証検討会の設置・運営	
			実証計画の策定	
			試験の実施（統括）	
			実証報告書の作成	
			外注・監督（外部委託する場合）	
		採取・ 現地調査	試験の実施（現地調査、現地測定）	環境計測課品質管 理室長 三戸 克則 総務課 ISO 担当 小倉 智 実証事業事務局 岸田 直裕 財務本部長 浅川 進 照査担当理事 野口 裕司
		データの 検証	試験結果（データ）の検証	
		内部監査	内部監査の実施	
実証 申請者 ・ 試験実施 場所の 所有者	株式会社 アークノハラ		経理	営業部 スペック推進室 西村 圭祐 堀江 優 事業本部 開発技術部 品質保証室 閑歳智二郎 開発技術部 設計室 畠山 望
			経理監査	
			照査	
			既存データと試験機関の情報の提供	
			試験費用負担	
			試験実施場所の提案とその情報の提供	
			実証対象製品の準備と運転マニュアル等の提供	
			実証対象製品の運搬、設置、撤去に係る経費負担	
			実証対象製品の維持管理に要する費用負担	
			必要に応じて試験協力や実証対象製品の維持管理に係る補助	
			品質管理体制等の情報提供	

3. 実証対象技術の概要及び仕様

3.1 実証対象技術の原理

(1) 背景：人工芝グラウンドの構造と雨水の流れ、従来工法の問題点

図3-1に示すとおり、人工芝はシート状の基布に芝となるターフが編み込まれており、ターフを自立させるために目砂（細かい砂）、充填材（ゴムチップ）が埋め込んである。

人工芝の基布には、水抜き穴として直径6mm程度の穴が約20cm間隔で空いている。降雨後の雨水は、人工芝の水抜き穴を通り透水性アスファルトを通過し、碎石路盤層へ浸透する。ただし、浸透する雨量は降雨量の5～10%程度である。人工芝と開粒アスファルト舗装の透水係数が $1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ であるのに対し、碎石路盤層は $3 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ であり、下層にある碎石路盤層の透水係数の方が小さいが故に、雨水は碎石路盤層へは浸透しにくく、路盤天端にて減速し滞留することとなる。浸透が減速した雨水は碎石路盤の天端を下流へ流れていく。

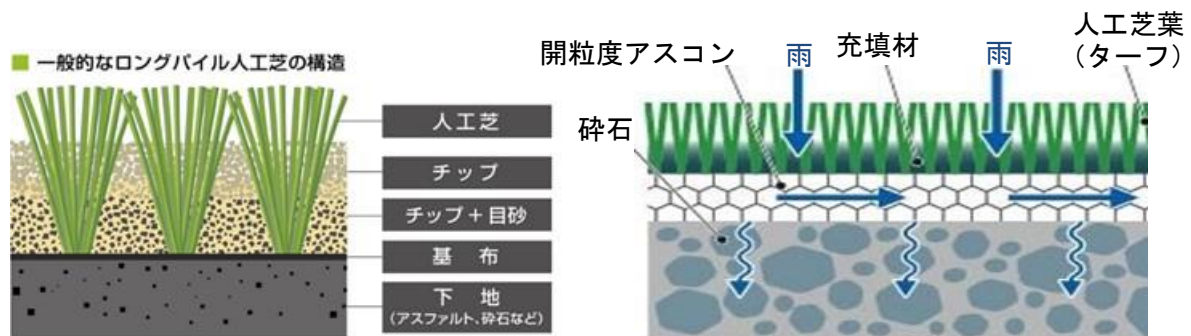


図3-1 人工芝の構造と雨水の流れ

従来型の暗渠（板状排水材・耐圧網状管）は碎石路盤の下に設置されている。平滑性を保つために締め固められた碎石路盤層は、透水性舗装ガイドブック 2007（社団法人日本道路協会）に基づき、締固め度95%で転圧されており、空隙が非常に少なく雨水が浸透しにくくなっている。降雨量が増えたり一時的に大量の雨が降ったりすると、碎石路盤の天端に雨水が滞留する。そして、オーバーフロー現象が発生し、人工芝表面に水溜まりとなり現れる。碎石路盤は透水係数が小さく浸透量が少ないので、ほとんどの雨水は碎石路盤天端に滞水するか端末外周部へ流下する。

図3-2に示すとおり、従来工法では、グラウンド外周にはU字溝・排水側溝が設置されており、側溝上部はコンクリート蓋やグレーチング蓋などで覆われている。浸透しない雨水はオーバーフローし勾配傾斜とともに外周へ流れ、側溝際に滞留する事となる。滞留した雨水は側溝の壁面を越流する様にしてコンクリート蓋の取っ手の間やグレーチング蓋の隙間から側溝内へ入り込む。その際に、雨水だけが側溝内へ入り込む訳ではなく、オーバーフローと共に浮遊した充填材ゴムチップも流れ込む。プラスチック製の充填材の流出は、マイクロプラスチックによる環境汚染の一因ともいわれている。また、充填材と比べると量は少ないものの、破断した細かな人工芝片等も流出することとなる。

従来工法

締め固められた碎石路盤は透水しにくいいため、路盤上で水が滞留し、端部でオーバーフローする。

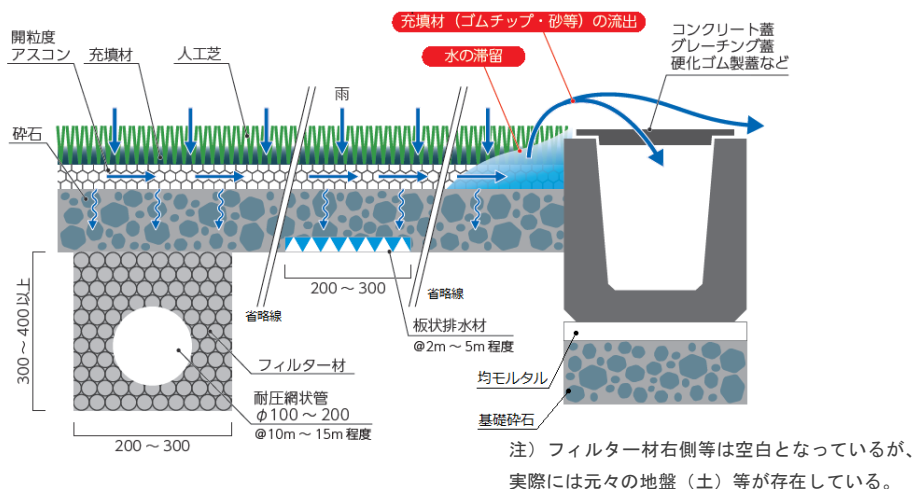


図3-2 従来工法における雨水の流れ、充填材の流出（側面方向から見た断面図）

(2) 実証対象技術の原理と効果、システムの構成

実証対象製品である「NH ドレーン」は、再生骨材をウレタン接着剤で固め強度を保持したままポーラス状に成型したものであり、強度を保ちながらも、空隙率が約 42%と高く、透水係数はアスファルト舗装とほぼ同じ $1.7 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ と高い透水性を有している。図3-3に示すとおり、碎石路盤よりも実証対象製品の方が高い透水性を有しているため、碎石路盤内や外周部に設置することで、降雨を速やかに NH ドレーン内部へ集水し、外部へ排水することが可能である。実証対象製品を施工したグラウンドでは、従来工法のグラウンドと比べ排水性能が極めて高いことから、雨天時に水溜りが発生しづらく、グラウンドを継続的に使用しやすい。

NH ドレーンの工法

グラウンドに降った雨が人工芝舗装にしみ込み、碎石の上を流れて NH ドレーンに集水される。

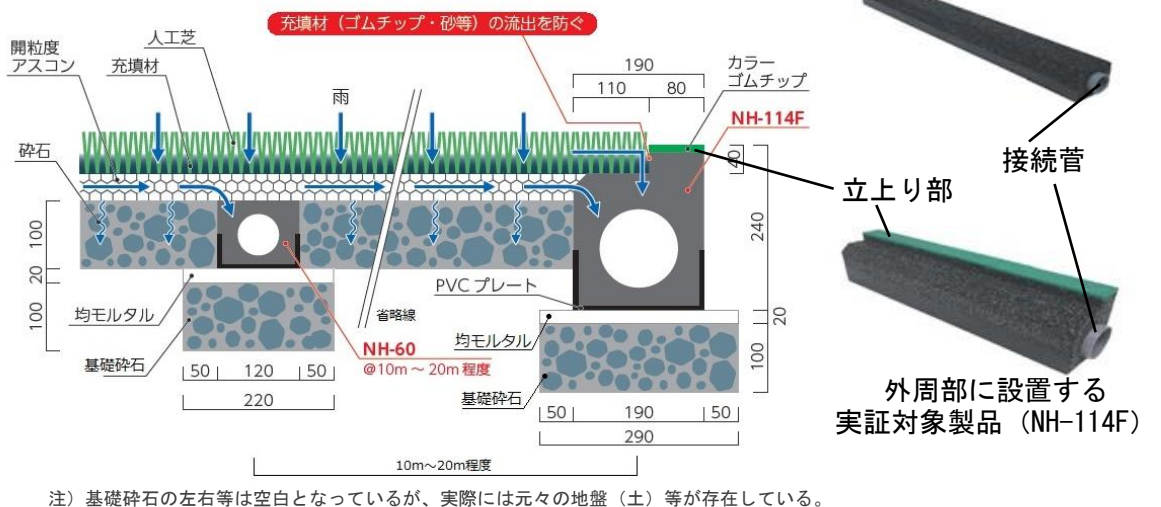


図3-3 実証対象技術のシステム構成、外観、雨水の流れ（側面方向から見た断面図）

実証対象製品は、空隙率が高く透水性に優れているものの、その細孔の大きさは、プラスチック製の充填材（サイズ1～2mm程度）や人工芝葉（短径1.5mm程度）よりは十分に小さいため、これらは通過せずに主に雨水のみが排水される。また、外周部に設置する実証対象製品には立上り部が設けられており、雨水で浮遊した充填材やゴムチップ等の場外への流出を防ぐことができる。これらの機能により、実証対象技術では、マイクロプラスチックによる環境汚染の一因ともいわれている人工芝充填材等の流出を抑制することが可能である。

(3) 施工方法

図3-4に施工手順を示す。サッカー場1面あたり10日間程度の施工日数が必要である。NHドレーンは軽量のため、重機を使用せずに持ち運ぶことが可能である。



図3-4 実証対象製品の施工手順

3.2 実証対象製品の仕様

(1) 仕様

実証対象製品の仕様を表3-1に示す。

表3-1 実証対象製品の仕様

本体の大きさ※1	砕石路盤内設置タイプ（NH-60）：120×100×1,000mm 外周部設置タイプ（NH-114F）：190×240×1,000mm
ドレーン孔径 （内部空洞の孔径）	砕石路盤内設置タイプ（NH-60）：60mm※3 外周部設置タイプ（NH-114F）：114mm
重量※1	砕石路盤内設置タイプ（NH-60）：6kg 外周部設置タイプ（NH-114F）：21kg
設置間隔	砕石路盤内設置タイプ（NH-60）：10～20m※4
本体の原材料	廃ペットボトル破砕品、廃タイヤチップ、湿気硬化一液ウレタン接着剤、黒色トナー
素材	本体：ポーラス状の樹脂成型品 外周部設置タイプの立上り部： カラーゴムチップ（EPDM ゴムチップ） 接続菅、底部プレート：塩化ビニル
耐圧性（設計 CBR※2）	8%（JIS A 1211 に基づく第三者試験）
透水係数	0.17cm/sec（JIS A 1218 に基づく第三者試験）
耐熱性（融解温度）	250～260℃
土壌溶出量・含有量	土壌汚染対策法 特定有害物質全物質：基準値適合 ダイオキシン類：土壌環境基準適合
耐用年数	実績として10年以上※5
適用先	サッカー場、野球場等の人工芝グラウンド

※1 上記以外にも様々な大きさ、重さの継手が存在する。

※2 路床土支持力の指標。

※3 水はけが悪いと予想される地点にはドレーン孔径が大きい（114mm）の製品が使われることもある（型番：NH-114）。

※4 図3-5に設置間隔の例を示す。砕石路盤内設置タイプ（NH-60）と外周部設置タイプ（NH-114F）は基本的に単独で使用するものではなく、セットで使用する。

※5 2013年以降、国内100か所以上のグラウンド施設への納入実績があり、メンテナンスフリーで運用できている。

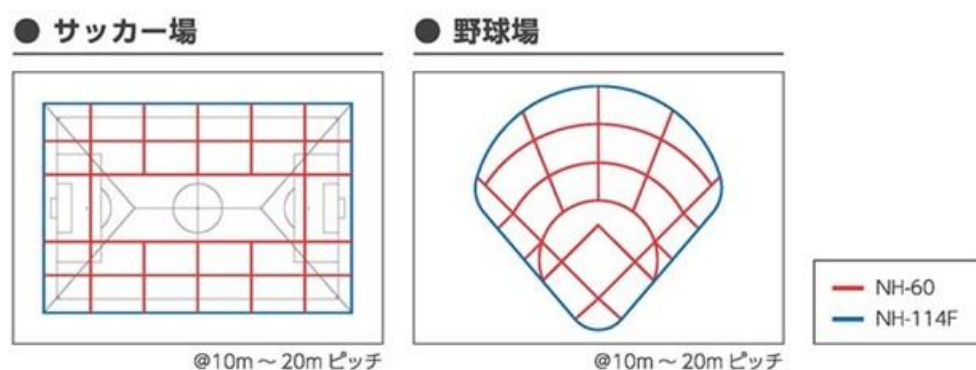


図3-5 実証対象製品の設置間隔の例

(2) 消耗品、消耗材、消費電力量

実証対象製品には、日常的に補充するような消耗品・消耗材は存在しない。また電力を消費しない。

(3) 回収物及び廃棄物とその取扱い

実証対象製品には、日常的に発生する廃棄物等は存在しない。

3.4 実証対象製品の維持管理に必要な作業項目、使用者の技能

実証対象製品はメンテナンスフリーであり、使用者に特別な技能は必要としない。

3.5 実証対象装置が必要とする条件の制御

特別な制御は必要としない。

4. 既存データ

4.1 既存データ

- 試験の種類：自社試験
- 試験目的：施工時の耐熱性・耐圧性の確認、施工後の透水性・排水状況の確認
- 試験実施場所：大洋化学株式会社 本社駐車場内（和歌山県御坊市島584番地内）
- 試験方法：透水アスファルト舗装直下に約200℃で実証対象製品を舗装施工し、その後に4tローラーにて転圧施工した際に、外観に異常が発生しないか確認した。また、同じ場所に施工された実証対象製品と従来工法による排水設備（図4-1）で、排水状況（外観）を比較した。排水状況の比較は、①施工直後に人工的に散水した時、②施工から約1年経過後の台風による大雨時、③施工から約4年経過後の大雨時に実施した。なお、①の排水状況の確認後にアスファルト舗装上部に人工芝を施工した。

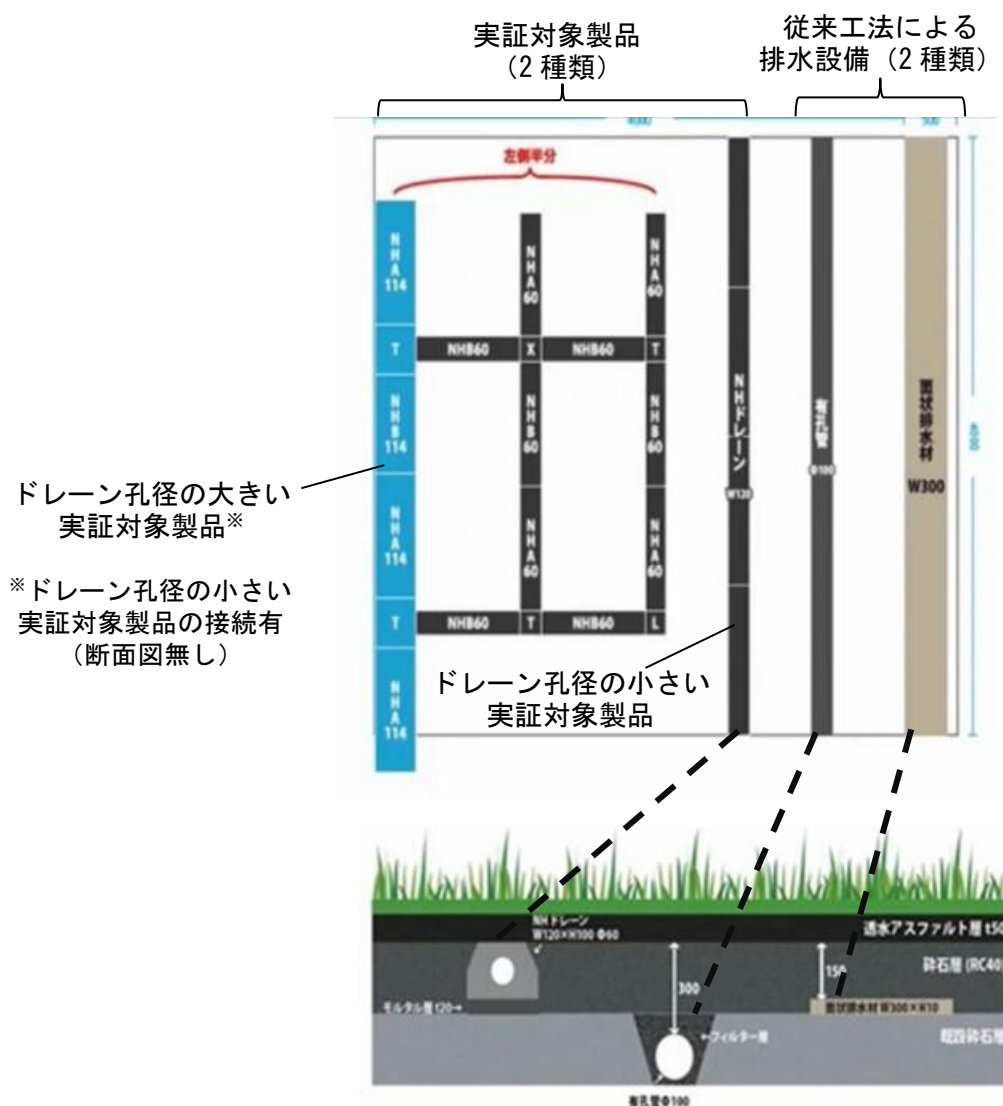


図4-1 試験実施場所の地下平面図、断面図

- 実施日：
 - ・耐熱性・耐圧性の確認（施工日）：2013年6月17日
 - ・透水性・排水状況の確認：2013年6月19日、2014年8月9日、2017年6月30日

● 試験結果：

（１）耐熱性・耐圧性の確認

熱舗装時、転圧施工時ともに、外観異常は発生しなかったことから、耐熱性・耐圧性に問題がないと考えられた。

（２）透水性・排水状況の確認

①施工直後に人工的に散水した時

図４－２に示すとおり、実証対象製品であるNHドレーンからは、散水直後より排水が確認され、高い透水性、排水性能を有していることがわかった。異物の混入も確認されなかった。

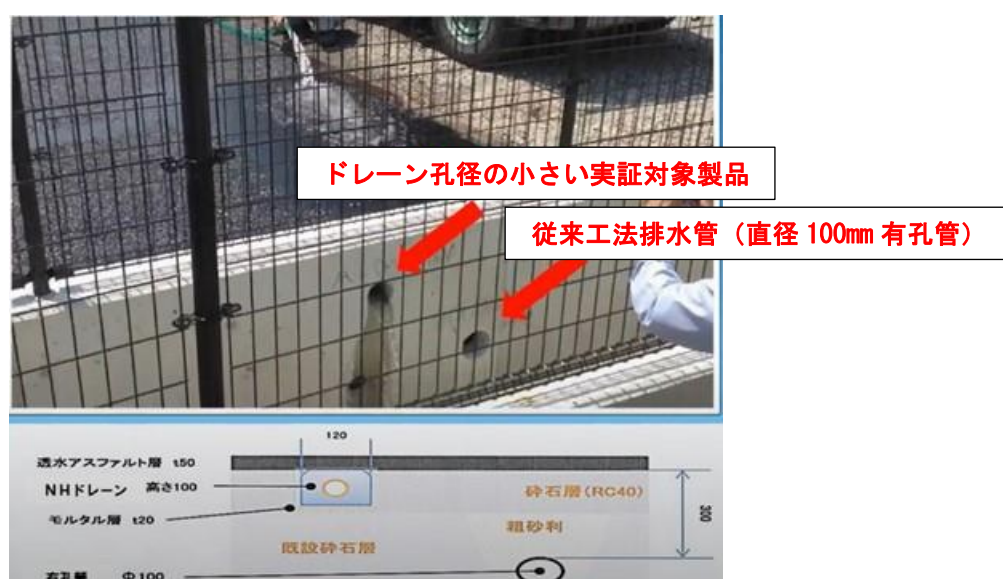


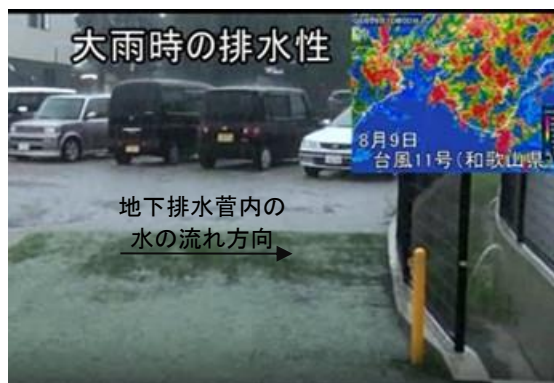
図４－２ 施工直後における実証対象製品等の排水状況（外観）
（ドレーン孔径の小さい実証対象製品と直径 100mm の有孔管のみ。他の管の外観なし）

②施工から約1年経過後の台風による大雨時

図4-3に示すとおり、実証対象製品であるNHドレーンからは、実際の大雨時においても速やかな排水が確認された。



晴天時の試験実施場所の外観



大雨時の試験実施場所の外観



大雨時の排水状況

図4-3 台風による大雨時の実証対象製品等の排水状況（外観）

③施工から約4年経過後の大雨時

図4-4に示すとおり、施工から4年経過した後も、実証対象製品であるNHドレーンの排水性能の低下や異物混入は確認されなかった。



図4-4 施工から約4年経過後の大雨時の実証対象製品等の排水状況（外観）
（ドレーン孔径の小さい実証対象製品と直径100mmの有孔管のみ。他の菅の外観なし）

4.2 既存データの活用

上記既存データは、実証対象製品の高い透水性、排水性能等を示唆するものであるが、自社試験であること、また定性的な評価であることから、実証では参考データとして扱うこととした。

5. 実証（試験）方法

実証対象技術は、人工芝グラウンドにおいて、高い排水性能と充填材等の流出抑制を両立する技術である。

実フィールドにて、実証対象製品と従来工法による排水設備の比較試験を実施することが理想であるが、様々な条件（施工時期、人工芝メーカー、芝葉・充填材の種類、利用環境・使用頻度、集水桝の有無、排水系統と集水桝の分岐等）が一致する2種類の人工芝フィールドを用意することは事実上不可能である。これらの条件が少し異なるフィールドは存在するものの、その場所で試験を実施したとしても、定量的で有用な試験データが取得できるとは考えられない。このため、本実証では、模擬的な試験環境下において比較試験を実施し、充填材等の流出抑制効果を主に評価した。また、排水性能についても補足的に調査した。さらにユーザーへのヒアリングを行い、排水性能等に関する主観評価も実施した。

5.1 実証の全日程

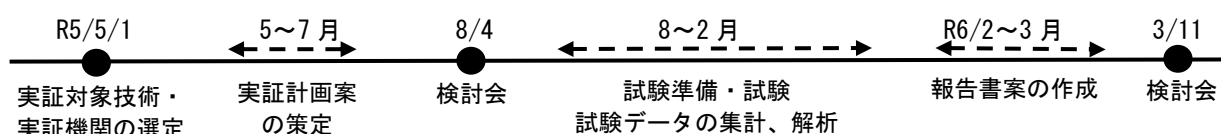


図5-1 実証の全日程

5.2 模擬試験の概要

図5-2、5-3に示すとおり、人工芝グラウンドの外周部を模擬した鉄板製の試験装置を用いて、模擬試験を行った。断面構造は、人工芝グラウンドの雨水による飽和状態下と同一条件とするために鉄板の上に人工芝を敷設し、目砂・ゴムチップ充填材を均一に敷きつめた。経年と使用による摩耗で千切れた人工芝片を想定し、長径が5mm（白色）・3mm（青色）の人工芝葉を用意し、人工芝上に均一に散布した。

端部に実証対象製品と従来工法のU字溝を設置した。U字溝には、軽量化のためにプラスチック製のものを使用した。上部に散水設備を設けて降雨を再現した。

人工芝を設置する前に、ブランク試験として実証対象製品に水だけを流し、実証対象製品由来のプラスチックの流出について実体顕微鏡を用いて確認を行った。

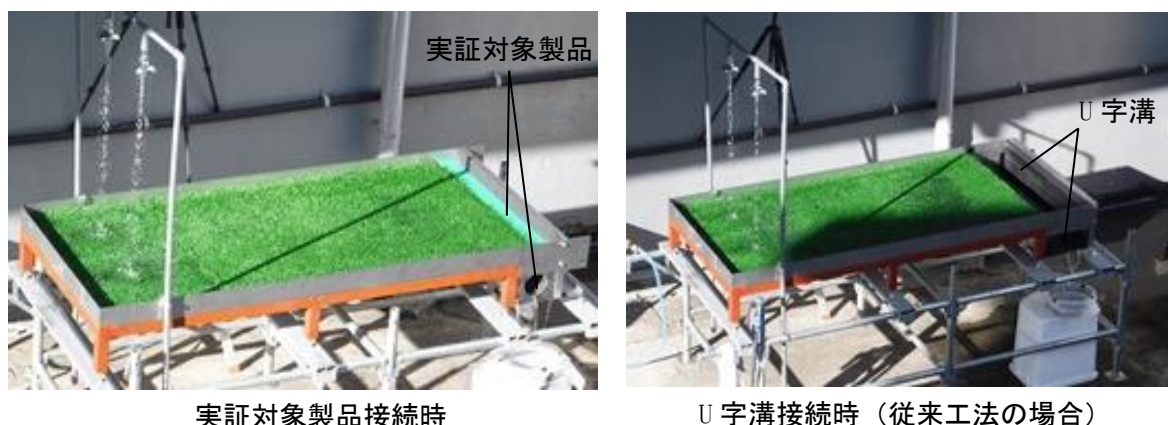


図5-2 模擬試験装置の外観

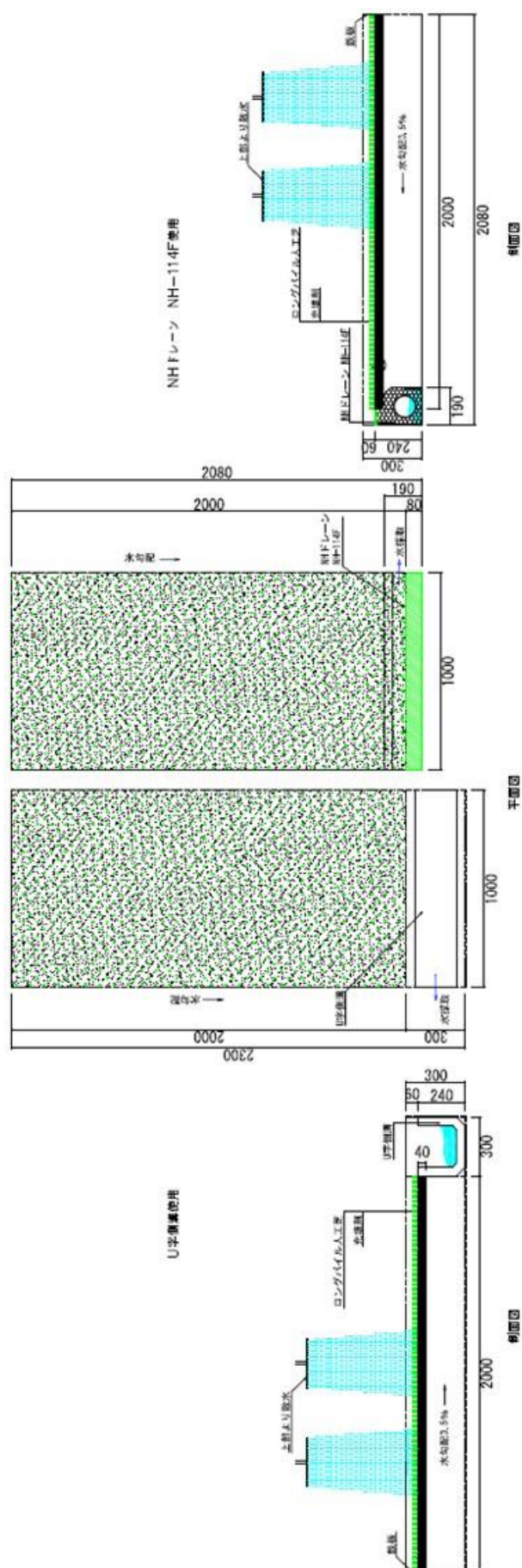


図5-3-3 模擬試験装置の構造(図面)

詳細な試験条件は表5-1に示すとおりである。雨水が実証対象製品やU字溝に流れるように、実グラウンドと同一の0.5%の水勾配を設けた。1回目の模擬試験終了後に、人工芝や充填材の条件を完全にリセットすることは困難であることから、2回目以降の試験では、充填材の補充等を行わずに、1回目の試験終了後に続けて実施した（複数回降雨があったことを想定）。

散水後に、実証対象製品とU字溝の端部から流出した水より、「河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン（令和5年3月、環境省水・大気環境局水環境課）」に示された、目開き0.3mmのネット（図5-4）を用いて充填材等のプラスチック片を回収した。サイズ約1mm以下のプラスチックはネットを通過する可能性があるため、サイズ1mm以上のプラスチック片が本試験における主な測定対象となっている。

表5-1 模擬試験の条件

水勾配	0.5%
人工芝	国内企業が販売する一般的なロングパイル人工芝
目砂の粒度・充填量	粒度 0.3～0.85mm（珪砂 4.0 号）・35±5kg/m ²
ゴムチップの素材・サイズ・充填量	再生黒ゴムチップ・サイズ 1～2mm（KMD25）・11±3kg/m ²
人工芝葉の素材・形状・充填量	ポリエチレン・幅 1.5mm、芝丈 60mm、厚さ 330μm （ワイドモノフィラメント）・1.4kg/m ²
千切れた人工芝葉の散布量	各人工芝葉※1 10g/試験片（2.0m ² あたりの散布量）
散水（降雨）強度、時間	30、150mm/h、各 20 分間※2
人工芝の状態	新品の人工芝
繰り返し回数	4 回

※1 長径が 5mm（白色）・3mm（青色）の人工芝葉の 2 種類

※2 気象庁 HP（予報用語）によると、30mm/h の雨は「激しい雨」、150mm/h の雨は「猛烈な雨」に該当する。また、ブランク試験の降雨強度・時間は 150mm/h・20 分間とし、回数は 1 回とした。



図5-4 プラスチック片の回収に使用したネットの外観

5.3 試験実施場所の情報

試験実施場所の情報を表5-2に示す。

表5-2 試験実施場所の情報

名称	株式会社アークノハラ 戸田事務所
所在地	埼玉県戸田市下笹目 163-1
施設情報	屋外スペース

5.4 監視項目

監視項目は表5-3のとおりとし、試験結果に影響を及ぼすと予想される項目を監視した。

表5-3 監視項目

監視項目	内容
散水状況	設定したとおりの散水量、時間となっているか監視した。
水温	散水する水の温度を測定した。

5.5 実証項目、実証する性能及び参考項目

(1) 実証項目と参考項目

実証項目及び実証する性能、参考項目は、表5-4、5-5に示すとおりとした。

表5-4 実証項目及び実証する性能

実証項目	実証する性能
プラスチック片の合計流出重量	在来工法との重量比較において、プラスチック片の合計値※で50%以上の流出抑制※※

※4回の繰り返し試験における充填材、芝葉の合計の乾燥重量。目砂は除く。開き0.3mmのネットで充填材等を回収した。サイズ約1mm以下のプラスチックはネットを通過する可能性があるため、サイズ1mm以上のプラスチック片が本試験における主な測定対象となっている。

※※流出抑制率の計算は以下の式に従って行った。

$$(\text{流出抑制率}) = \{(\text{従来工法の流出量}) - (\text{実証対象製品の流出量})\} / (\text{従来工法の流出量})$$

表５－５ 参考項目

調査項目	方法
排水性能	散水時及び散水後の人工芝の外観（水溜りの発生状況等）を比較することで、実証対象製品の排水性能について考察した。
各プラスチック片の流出重量	目視で分離した充填材、人工芝片の重量をそれぞれ測定した。
ユーザーの主観評価	ユーザー代表者（施設管理者）にヒアリング調査を実施し、実証対象製品の排水性能の高さや充填材等の流出抑制効果、雨天時のプレーのしやすさ等を評価した。

(2) 分析方法

分析方法を**表５－６**に示す。

表５－６ 分析方法

分析項目	分 析 方 法
プラスチック片の重量	常圧加熱乾燥法※

※乾燥温度は、プラスチックの耐熱温度以下とする。

6. 試験結果及び考察

6.1 監視項目

監視項目の結果を表6-1に示す。

表6-1 監視項目の結果

監視項目	内容
散水状況	計量バケツとストップウォッチを用いて確認した結果、概ね設定したとおりの散水量となっていた。散水時間は正確に管理した。
水温	散水した水の温度は10～13℃であった。

6.2 実証項目

6.2.1 ブランク試験の結果

図6-1、6-2に示すとおり、ブランク試験において実証対象製品由来と考えられる少量のプラスチック片の流出が確認された。ゴムチップとは形状が異なることが目視及び実体顕微鏡による観察で確認できた。実証対象製品は、原材料として廃ペットボトル破砕品、廃タイヤチップ、湿気硬化一液ウレタン接着剤等を使用しているため、これらの一部が流出したものと思われた。本試験には未使用の実証対象製品が使用されたため、定常利用時と比べると、実証対象製品由来のプラスチック片は流出しやすい状態であったと推測される。

ブランク試験において流出したプラスチック片の乾燥重量は約2mgであった。



図6-1 ブランク試験において流出し、ネットに回収されたプラスチック片

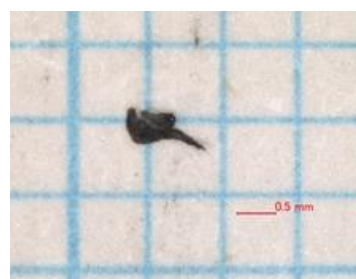
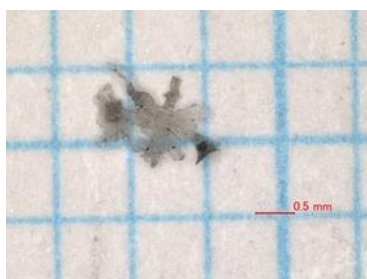
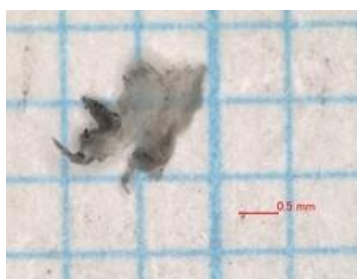


図6-2 実体顕微鏡によるプラスチック片の観察結果（ブランク試験）

6.2.2 実証項目の結果

表6-2に実証項目の結果を示す。実証対象製品では従来工法に比べ、ゴムチップ充填材を主とするプラスチック片の流出量が少なかった。流出抑制率は、降雨量が30mm/hの条件では69%、降雨量が150mm/hの条件では93%となり、実証する性能（50%以上）を満たした。

表6-2 実証項目の結果

排水溝の種類	降雨量 (mm/h)	試験回数	プラスチック 片の合計流出 重量 (mg)	4 回試験の 合計流出重量 (mg)	流出抑制率 (%)
実証対象製品	30	1	2	4	69
		2	0		
		3	0		
		4	2		
従来工法		1	0	13	
		2	9		
		3	4		
		4	0		
実証対象製品	150	1	30	150	93
		2	40		
		3	50		
		4	30		
従来工法		1	820	2,120	
		2	780		
		3	290		
		4	230		

なお、図6-3に示すとおり、従来工法については、図3-2に示したイメージ図のとおり、U字溝上部からの雨水溢水に伴って、充填材等のプラスチック片が流出した。

一方、実証対象製品については、上部からの雨水溢水は確認されず、実証対象製品の内部空洞または人工芝を載せた鉄板と実証対象製品の接続部より雨水が流出した（図6-4）。プラスチック片については、細かい充填材等が実証対象製品内を通過して、内部空洞まで達したものが流出すると予想されたが、模擬試験においては、大半は人工芝を載せた鉄板と実証対象製品の接続部（図6-4）より流出した。模擬試験終了後に装置を分解してこの接続部を確認してみたところ（図6-4）、多量の充填材や目砂が溜まっていた。人工芝を載せた鉄板と実証対象製品の接続が不十分であったために、このような経路でのプラスチック片等の流出が発生したと推測された。ただし、模擬試験装置や実証対象製品の素材の特性上、これ以上接続部を締め付けることができなかった。実際の人工芝フィールドにおいても、人工芝と実証対象製品の接続部よりプラスチック片等が流出することはあり得るが、実際の施工では、模擬試験装置よりは強く接続することができるため、接続部からのプラスチック片は流出しにくいと考えられる。このため、実フィールドにおいては、模擬試験よりもプラスチック片の流出量は少なくなると予想された。実際の人工芝フィールドでは、模擬試験の流出抑制率もより高い値が得られると推測された。

なお、従来工法のU字溝については、弾性のある素材を用いていたため強く接続することができ、接続部からの流出は確認されなかった。

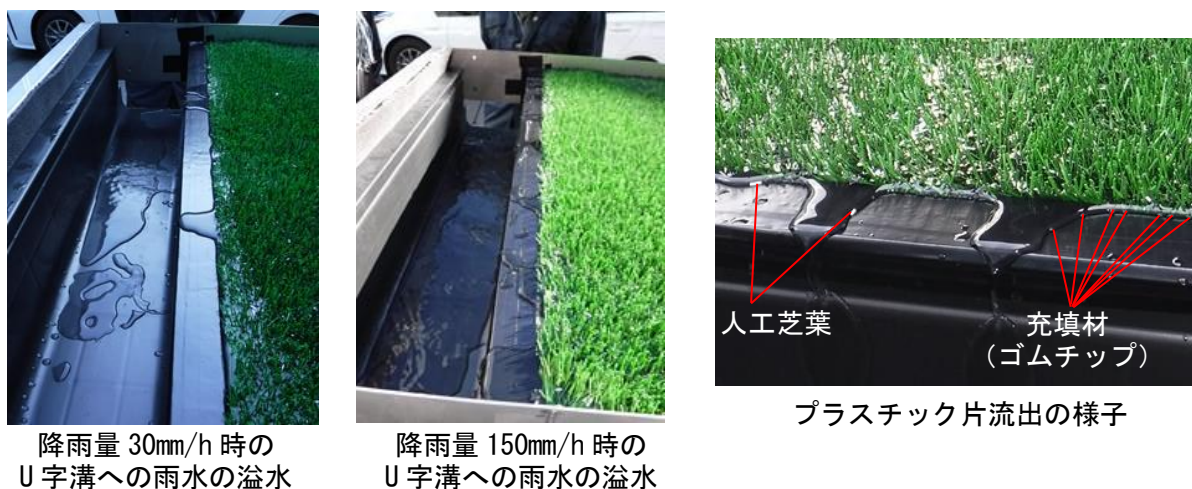


図6-3 従来工法における雨水の溢水やプラスチック片の流出の様子

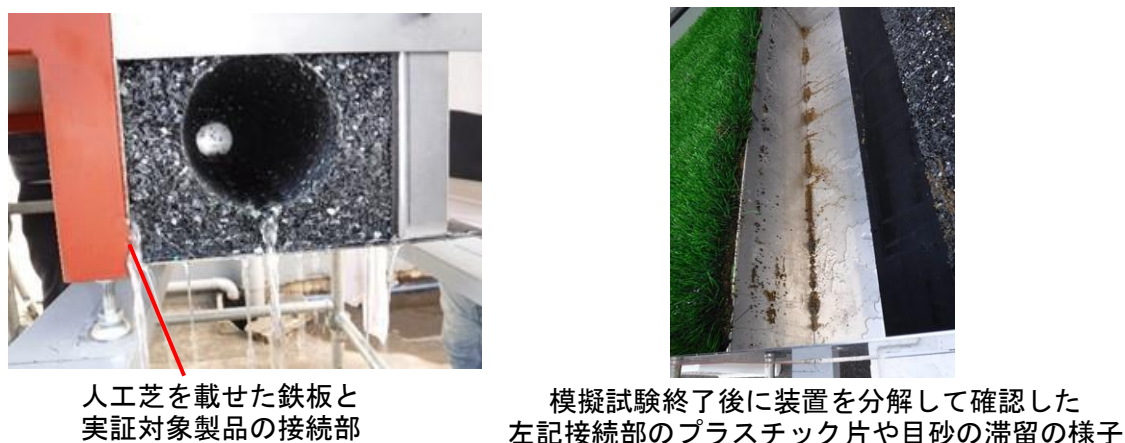


図6-4 実証対象製品からのプラスチック片の流出の様子

6.3 参考項目

6.3.1 排水性能

図6-5に示すとおり、従来工法に比べて実証対象製品では水溜りの発生が少なかった。このことから、実証対象製品には高い排水性能があると判断できる。水溜りの発生はプレーへの影響が大きいことから、実証対象製品を導入することで、降雨時においてより快適にプレー可能になると考えられた。



実証対象製品
(降雨量 30mm/h、散水開始から 10 分後)



従来工法
(降雨量 30mm/h、散水開始から 10 分後)



実証対象製品
(降雨量 30mm/h、散水開始から 20 分後)



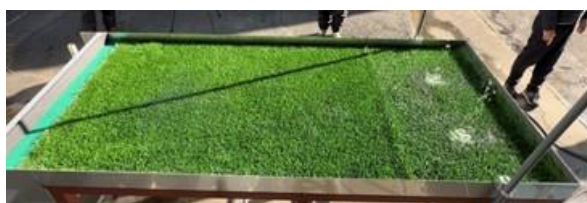
従来工法
(降雨量 30mm/h、散水開始から 20 分後)



実証対象製品
(降雨量 150mm/h、散水開始から 10 分後)



従来工法
(降雨量 150mm/h、散水開始から 10 分後)



実証対象製品
(降雨量 150mm/h、散水開始から 20 分後)



従来工法
(降雨量 150mm/h、散水開始から 20 分後)

注）直射が当たった時間帯と日影の時間帯で水溜りの外観が異なっているため、写真では比較が難しいが、現地での目視においては、降雨量が多い方が水溜りの面積が多い傾向にあった。

図6-5 模擬試験中の水溜りの発生状況（2回目の試験中の人工芝外観）

6.3.2 各プラスチック片の流出重量

表6-3に示すとおり、どの試験条件においても流出したプラスチック片の大部分はゴムチップであった。人工芝（葉）は従来工法のみ流出が確認された。やや芝丈が長い人工芝の方が流出量が多い傾向にあった。人工芝は水中で浮きやすい性質を持っていることから、排水溝への溢水が発生しやすい従来工法において、流出しやすかったと推測される。

表6-3 各プラスチック片の流出重量（4回試験の合計値、単位：mg）

排水溝の種類	降雨量 (mm/h)	総量	非散布 ゴムチ ップ	散布 5mm 丈 人工芝	散布 3mm 丈 人工芝	非散布 人工芝 ※	実証対 象製品 由来
実証対象製品	30	4	4	0	0	0	0※※
従来工法	30	13	13	0	0	0	—
実証対象製品	150	150	142	0	0	0	8※※※
従来工法	150	2120	2007	72	38	3	—

※設置した人工芝から千切れた非散布の芝葉の流出が確認された。

※※降雨量が少ない試験条件においては、ブランク試験において流出が確認された実証対象製品由来のプラスチック片は目視観察では確認されなかった。

※※※ブランク試験の結果より算出した（2mg／回×4回＝8mg）。

6.3.3 ユーザーの主観評価

表6-4にユーザーの主観評価結果を示す。ユーザーは模擬試験で示された実証対象製品の高い排水性能を実感していた。プレーへの影響やメンテナンス性、収益面等においても、従来製品に比べて高評価であった。

表6-4 ユーザーの主観評価結果

場所	株式会社川崎フロンターレ Anker フロントタウン生田 (神奈川県川崎市多摩区生田 1-1-1)	
日時	2024年2月14日(水) 15:00~16:00	
対象者	人工芝のサッカーグラウンド等の施設管理者 2名	
ユーザーの主観評価結果(意見)	排水性能	・従来工法と比べて排水性能は高いと感じる。 ・大雨が降った後も水溜りがほとんど発生しない。 ・雨天後の人工芝グラウンドは乾きやすい。
	プレーへの影響	・雨天がプレーにほとんど影響を与えない(従来工法では影響あり)。 ・雨天でもプレーを抑制することは無い。
	充填材の流出	・過去に管理した従来工法のグラウンドと現在管理している実証対象製品のグラウンドでは、充填材の種類が異なるために直接的な比較はできないが、実証対象製品のグラウンドでは、充填材の流出が少ないと感じている。
	メンテナンス性	・排水性能が良いのでメンテナンス性は良い。 ・従来工法では大雨時に排水弁を開ける作業が必要であり、かなりの負担であったが、実証対象製品のグラウンドでは不要となっている。
	改善点	・特になし。
	その他	・実証対象製品を導入したことで、施設(グラウンド)の稼働率が上がった。収益面でもプラスである。

7. 所見（実証結果のまとめ）

総括として、実証結果から見た実証対象技術の特徴について、次のとおりまとめた。

（1）技術全体

実証対象製品は、マイクロプラスチックによる環境汚染の一因ともいわれているプラスチック製の充填材（ゴムチップ）や人工芝葉の流出抑制に効果的であることが、模擬試験結果より明らかとなった。模擬試験においては、従来工法に比べ実証対象製品では、降雨量 30mm/h の場合は 69%の、150mm/h の場合は 93%のプラスチックの流出を抑制できることが示された。また、従来工法に比べて実証対象製品では水溜りの発生が少なかったことから、実証対象製品には高い排水性能があると判断された。さらに、人工芝グラウンドを管理しているユーザーへのヒアリング調査より、ユーザーも模擬試験で示された実証対象製品の高い排水性能を実感していることが明らかとなった。プレーへの影響やメンテナンス性、収益面等においても、従来製品に比べて高評価であった。

（2）その他

模擬試験装置の構造上の問題で、模擬試験時に実証対象製品と人工芝片を載せた鉄板の接続部より充填材等が流出し、流出抑制率の結果に影響を及ぼした。実際の人工芝フィールドでは、この接続部からの流出は少ないと予想されるため、模擬試験の流出抑制率よりも高い値が得られると推測された。また、既存データ（参考データ）において、施工から4年以上実証対象製品の排水機能を維持できていたことを示す、定性的な試験データが得られている。

付録

1. 専門用語集

用語	内容
実証対象技術	実証の対象となる技術を指す。
実証対象製品	実証対象技術を機器・装置として具現化したものを指す。
実証項目	実証対象技術の性能や効果を測るための試験項目を指す。
参考項目	実証対象技術の性能や効果を測る上で参考となる項目を指す。
監視項目	試験状況を監視するための項目を指す。
マイクロプラスチック	プラスチックのうち、大きさが5mmより小さいサイズのもの

2. 品質管理に関する事項等の情報

2.1 データの品質管理

試験を実施するにあたり、データの品質管理は、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従って実施した。分析においては、**付表1-1**に示すデータ管理・検証による精度管理を実施した。

以上のことから、データの品質管理は適切に実施されていることが確認された。

付表1-1 計測の信頼性確認方法

項目	精度管理方法
プラスチック片の重量	重量測定に用いる電子天秤は、定期的に校正されたものを用いた。

2.2 品質管理システムの監査

実証が適切に実施されていることを確認するために、本実証で得られたデータの品質監査は、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従い、実証期間中に1回本実証から独立している部門による内部監査を実施した。

その結果、実証はマニュアルに基づく品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていることが確認された。

内部監査の実施状況の概要を**付表1-2**に示す。

付表1-2 内部監査の実施概要

内部監査実施日	2024年3月18日（月）
内部監査実施者	管理本部 総務課 ISO担当
被監査部署	実証に係る全部署
内部監査結果	品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていた。

資料編

1. 試験の実施状況（写真）



ブランク試験の様子



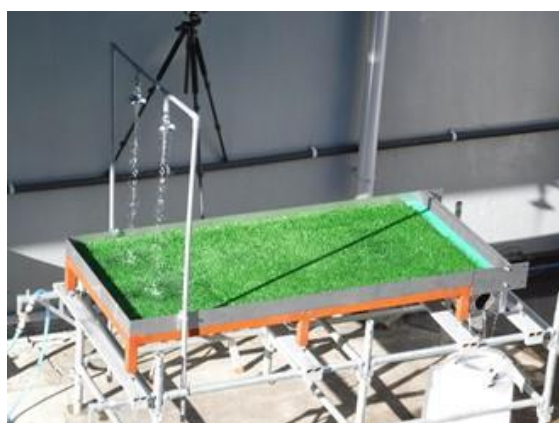
降雨量確認の様子



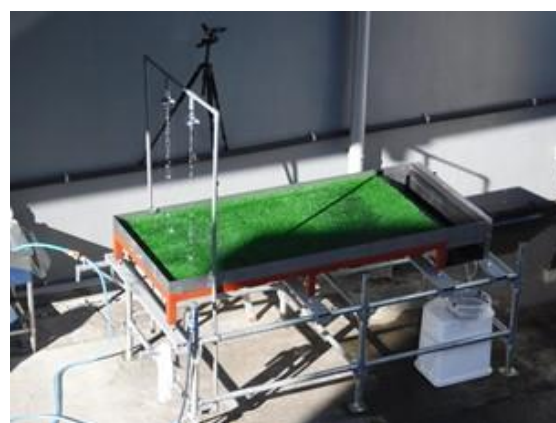
千切れた人工芝葉の散布の様子



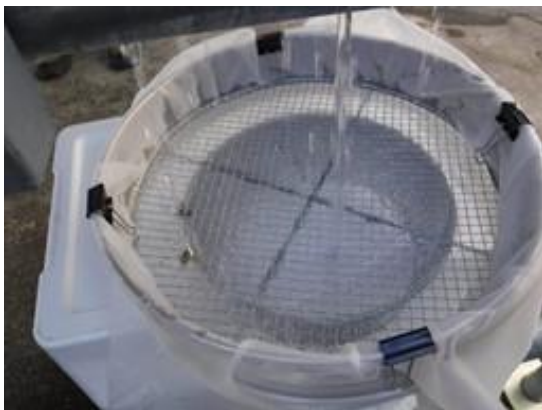
千切れた人工芝葉散布後の人工芝の外観（接写）



模擬試験実施の様子（実証対象製品）



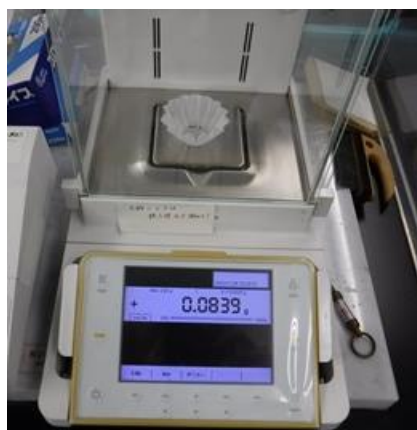
模擬試験実施の様子（従来工法）



プラスチック片等の回収の様子（実証対象製品）



プラスチック片等の回収の様子（従来工法）



乾燥重量測定の様子（少量の場合）



乾燥重量測定の様子（多量の場合）

環境技術
実証事業



<http://www.env.go.jp/policy/etv/>