

21. 緑化防音壁の開発（その1）

谷中 隆博 久保 正年*¹
梶原 修*² 中山 芳樹*³
土井 尊弘*⁴

要 旨

これまでに開発した「屋上緑化工法」,「壁面緑化工法」を応用して、防音壁自体に生きた植物を自由に植栽できる「緑化防音壁」を開発した。

この「緑化防音壁」について、吸音・透過損失試験および安全性確認試験を行った結果、一般の防音壁と同等以上の防音性能があり、かつ道路上で想定される衝撃、振動等に対しても安全性を有することがわかった。

キーワード

緑化／防音壁／植栽基盤／吸音性能／透過損失／安全性能

目 次

1. はじめに
2. 緑化防音壁の設計概要、試験施工
3. 吸 音 試 験
4. 透過損失試験
5. 安全性確認試験
6. ま と め
7. おわりに

21. DEVELOPMENT OF GREENING SOUND-PROOF WALLS (PART 1)

Takahiro Taninaka Masatoshi Kubo
Osamu Kajihara Yoshiki Nakayama
Takahiro Doi

Abstract

Greening sound-proof walls have been developed based on the roof-greening system and wall-greening system already developed, to plant natural plants directly on the sound-proof wall.

Sound absorption/transmission loss tests and safety verification tests for the greening sound-proof wall confirmed that the wall had soundproofing capability equal to or higher than the regular sound-proof walls and that it could guarantee safety against shocks and vibrations expected on the road.

* 1 大阪本店 設備部設備第1課 課長 * 2 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 調査試験課 係長
* 3 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 調査試験課 技術職員
* 4 積水樹脂株式会社 R & D プラザ 道路資材事業本部 商品開発室 主任

1. はじめに

近年、地球環境の改善と景観の向上のため、建築物の屋上や道路高架橋、その他のコンクリート壁面等を緑化する技術が求められている。建設省においても平成5年度から「特殊緑化技術の開発」が取り上げられ、各方面で緑化技術の研究開発が進められている。

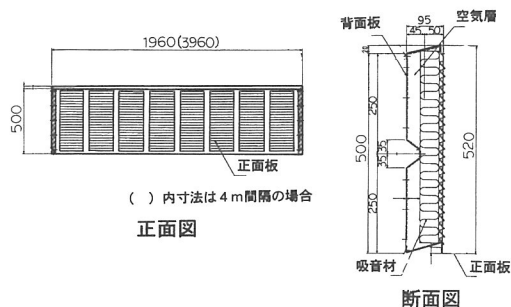
当社でも新しい緑化技術として平成2年に「屋上緑化工法（スカイグリーン）」、平成5年に建設省近畿地方建設局近畿技術事務所と共同で「壁面緑化工法（アートグリーン）」を開発しているが、今回は、これらの開発技術を応用し、防音壁メーカーである積水樹脂株式会社の協力を得て、平成8年度から建設省近畿地方建設局近畿技術事務所と共同で「緑化防音壁工法（ワンダーグリーン）」の開発を進めてきた。

本報告では、その設計概要と性能確認のために行った試験概要ならびに結果について述べる。

2. 緑化防音壁の設計

2.1 緑化防音壁の概要

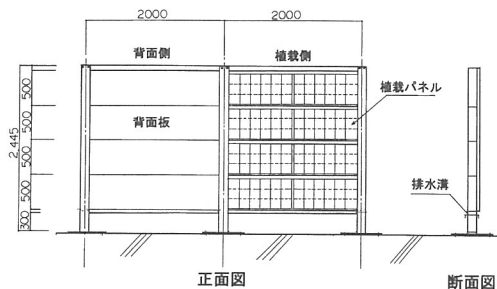
現在、道路周辺の騒音対策として様々な場所で道路側壁に防音壁が設置されているが、一般に防音壁は2 m間隔または4 m間隔に設置した柱の間に防音パネルを取り付けた構造となっている（図－1）。今回開発をめざした緑化防音壁は一般の防音壁と同等以上の遮音・吸音性能を保有し、さらに、防音壁自体に生きた植物を植栽して環境の向上を図るのが目的である。一般の防音壁と同様、2 mまたは4 m間隔に柱を設置して緑化防音壁の植栽パネルをその間に取り付ける構造とした。



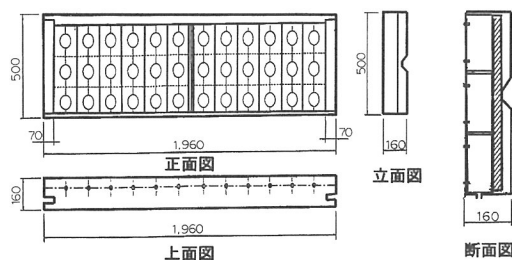
図－1 一般防音壁の詳細図

柱間隔が2 mの場合、高さ500mm×幅1,960mm（柱間隔が4 mの場合は幅3,960mm）の奥行160mmの植栽パネルを積み上げ緑化防音壁としている。1枚の植栽パネル内部には高さ460mm×幅160mm×奥行90mmの植栽容器を12個（柱間隔4 mの場合は25個）横に並べて配置した。

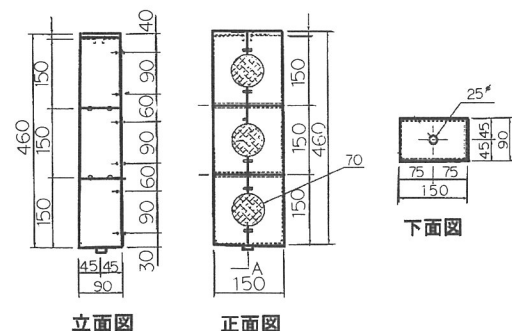
緑化防音壁全体図を図－2に、植栽パネルの詳細図を図－3に、植栽容器の詳細図を図－4に示す。また写真－1に植栽パネルを、写真－2に植栽容器を示す。



図－2 緑化防音壁全体図



図－3 植栽パネルの詳細図



図－4 植栽容器の詳細図

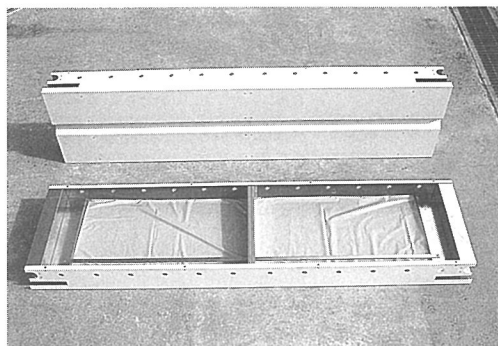


写真-1 植栽パネル

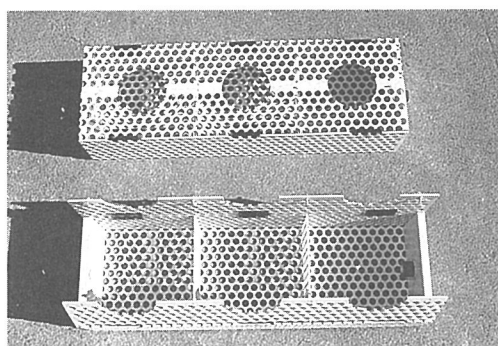


写真-2 植栽容器

2.2 緑化防音壁の断面構造

緑化防音壁の断面構造と構成部材の名称を図-5にその材質、特性を表-1に示す。

緑化防音壁は背面板①によって遮音し、植栽容器④のパンチング穴、植栽基盤材⑤、吸音断熱材③、空気層②ならびに植栽⑧によって吸音することを期待した。

植栽容器は耐水性、加工性に優れた合成樹脂板を使用し、吸音構造とするために開口率53%のパンチング加工を行った。また荷重分散のために、内部を上下3段の植栽スペースに分け、灌水、排水をスムーズ、かつ均等にできるように上下に水受け⑥を設けた。

背面板①は、耐水性が要求されるので、厚み1.6mmのフッ素ラミネート鋼板を使用した。上のパネルから下のパネルへの灌水・排水のため、上下板に穴開け加工をした。

植栽基盤材⑤は、これまで、屋上緑化工法、壁面緑化工法で使用してきた粒状綿と杉や檜の皮でできた繊維質パークを混合したものを採用することにした。これによって軽量化ができ、さらに灌水による植栽基盤材料の流出も防止できた。

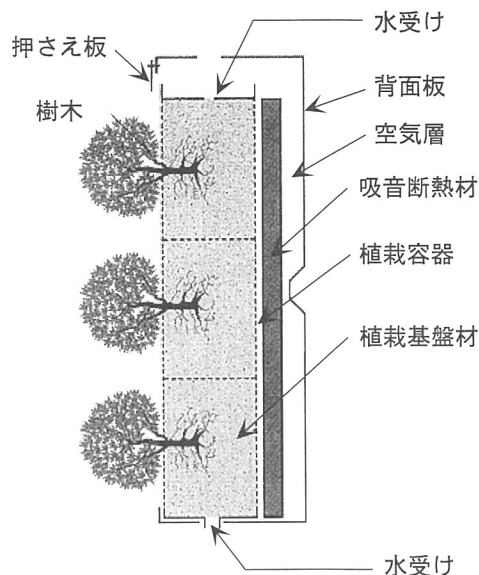


図-5 緑化防音壁の断面構造

表-1 各構成部材の材質、特性

番号	名 称	材 質	特 性
①	背 面 板	フッ素ラミネート鋼板	遮 音
②	空 気 層	—	断熱・吸音
③	吸音断熱材	グラスウール 25mm	断熱・吸音
④	植栽容器	樹脂板 (パンチング加工)	吸 音
⑤	植栽基盤材	粒状綿+繊維質パーク	吸音・保水
⑥	水 受 け	塩化ビニル板	通 水
⑦	押さえ板	フッ素ラミネート鋼板	固 定
⑧	樹 木	木	景観・気象緩和

2.3 緑化防音壁の灌水方法

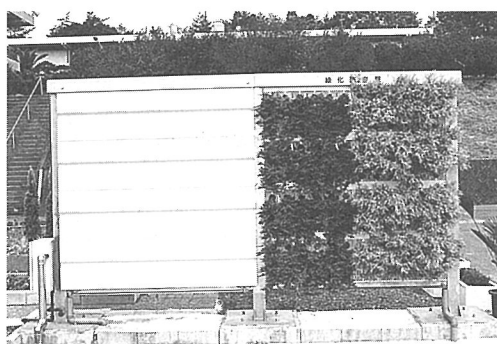
植物の灌水方法は、緑化防音壁頂部にある笠木内に一定の給水圧力範囲(0.5~4.0kg/cm²)で、配置、高低差に関わらず均等に灌水できるドリップチューブ(吐水口間隔L=300mm)を2本並列に配管し、植栽容器1個ごとに1カ所の点滴灌水とした。また、週間プログラムにより灌水時間を制御し、自動灌水する方法を採用した。排水のため防音壁下部に排水溝を設けた。

2.4 緑化防音壁の試験施工

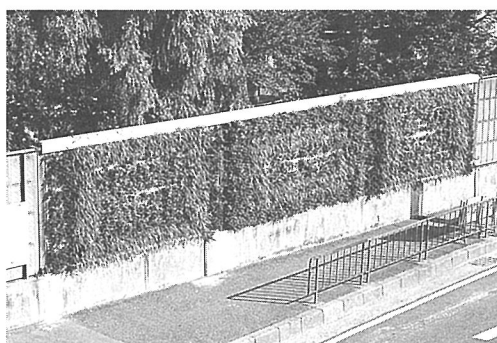
平成8年10月に建設省近畿地方建設局近畿技術事務所敷地内に長さ4m、高さ2mの緑化防音壁を試験施工し、さらに平成9年3月に国道1号の既設防音壁の一部を長さ12mにわたって緑化防音壁のフィールド試験を行った。試験施工の概要を表-2に、近畿技術事務所内の緑化防音壁を写真-3に、国道1号の緑化防音壁を写真-4に示す。

表－２ 緑化防音壁試験施工の概要

試験名	近畿技術事務所内	国道１号防音壁
場 所	大阪府枚方市	大阪府守口市
寸 法 (方位)	2.0m×2.0m(北東)	12.0m×2.0m(南東)
	2.0m×2.0m(南西)	4.0m×2.0m(北西)
植栽名 (科目)	ハイビャクシングラウカ (ヒノキ科)	ハイビャクシングラウカ (ヒノキ科)
	コトネアスター (バラ科)	イヌツゲヒレリー (モチノキ科)
	フィリフェラオーレア (ヒノキ科)	フッキソウ (ツゲ科)
		フィリヤブラン (ユリ科)
		ヤブコウジ (ヤブコウジ科)



写真－３ 近畿技術事務所内の緑化防音壁

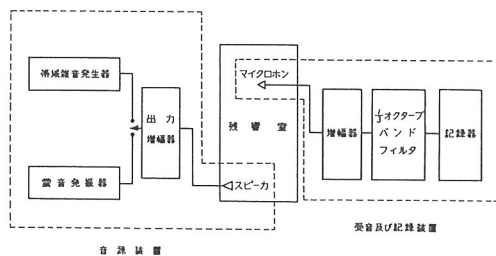


写真－４ 国道１号の緑化防音壁

また、両試験施工において、植栽の成長状況を調査するための追跡調査を継続して行っている。表－３にその追跡調査項目を示す。

表－３ 緑化防音壁の追跡調査項目

項 目	測 定 方 法
①元気度評価	目視により元気度を５段階に評価
②枝葉の成長測定	植物の葉張、高さを測定
③色度	葉緑素センサー、色見本による確認
④植栽基盤内のpH測定	pH計による測定
⑤植栽基盤内の水分管理	水分センサーによる測定
⑥温度測定	壁表面、壁内に温度センサーを取付



図－６ 吸音試験装置の概要

表－４ 吸音試験の試験体

番号	試 験 体 構 成
①	背面板＋樹脂製植栽容器＋吸音材（グラスウール）＋植栽
②	背面板＋樹脂製植栽容器＋吸音材（グラスウール）
③	背面板＋樹脂製植栽容器
④	樹脂製容器＋植栽基盤（粒状綿＋繊維質パーク）

３．吸音試験

３.１ 試験概要

（１）目的

防音壁には、建設省および日本道路公団が 吸音性能基準を設けている。そこで、今回開発した緑化防音壁が所定の基準を満たしているかどうかを確認するため、一般の防音壁の吸音試験と同様の方法により、緑化防音壁の吸音性能試験を実施した。

（２）試験方法

東京都立工業技術センター（東京都北区西が丘）で「JIS A 1409 残響室法吸音率の測定方法」に基づき、吸音率を測定した。吸音試験装置概要を図－６に示す。

各部材の吸音性能を確認するため、表－４に示す４種類の試験体で吸音率を測定した。吸音試験状況を写真－５に示す。

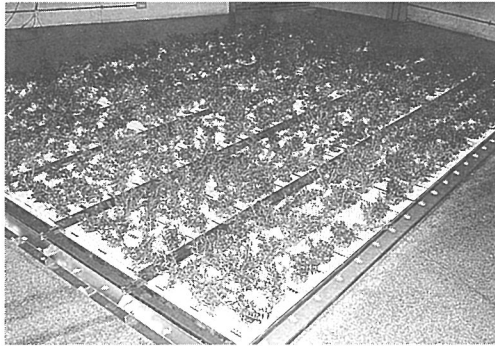


写真-5 吸音試験状況

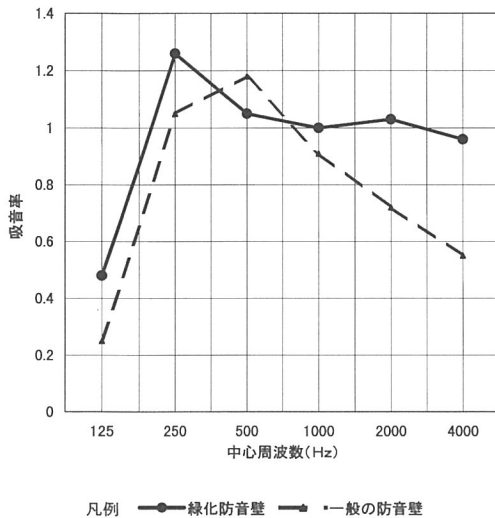


図-7 吸音試験結果

3.2 試験結果

4種類の試験体のうち、植栽している試験体①の試験結果を図-7に示す。

同図から緑化防音壁の吸音率は、一般の防音壁の建設省および日本道路公団の吸音性能基準である400Hzで0.7、1000Hzで0.8を大きく上回っていた。また、図は省略するが、②、③のパターンも、①と同様に吸音性能基準を満たしており、一般防音壁より吸音性能が高いことが確認できた。④のように背面板等を設置しない、樹脂製の植栽容器と植栽基盤だけのものでも、吸音性能基準を十分満たしていることがわかった。このことから、使用した植栽基盤材料（粒状綿＋繊維質パーク）自体の吸音効果が大きかったことによるものと考えられる。

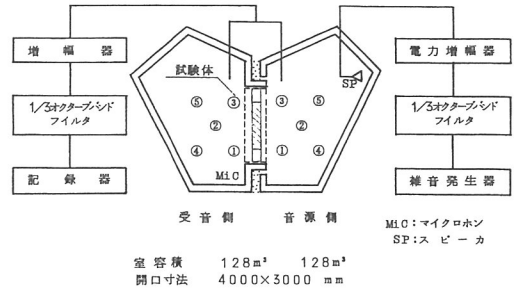


図-8 透過損失試験装置概要

表-5 透過損失試験体の詳細

項目	内容
試料面積寸法	幅3,990mm×高さ2,500mm×厚さ160mm
材料構成	植栽基盤材 (ポリエステル繊維＋針葉樹などの樹皮) グラスウール (32kg/m³, 厚さ25mm, フッ化フィルム (μm) 包み) 溶解亜鉛めっき鋼板 (SGH400 727 t=1.6mm)
面密度	83.3kg/m²
備考	植栽基盤は水分を含んでいる

4. 遮音性能試験

4.1 試験概要

(1) 目的

一般に、防音壁では吸音性能と同様に、建設省および日本道路公団が防音壁の透過損失性能基準を設けている。今回開発した緑化防音壁の透過損失性能がその基準を満たしているかどうか確認するため、遮音性能試験を実施した。

(2) 試験方法

（財）建材試験センター中央試験所（埼玉県草加市）で「JIS A 1416 実験室における音響透過損失測定方法」に基づき、緑化防音壁の透過損失を測定した。透過損失試験装置概要を図-8に、試験体の詳細を表-5に示す。また、透過損失試験状況を写真-6に示す。

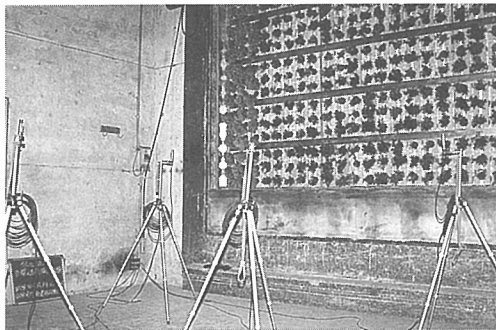
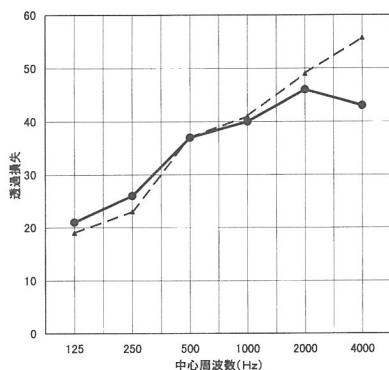


写真-6 透過損失試験状況



凡例 ●—緑化防音壁 ▲—一般の防音壁

図-9 透過損失試験結果

4.2 試験結果

緑化防音壁の透過損失試験結果を図-9に示す。

同図から、緑化防音壁の透過損失は一般の防音壁の建設省および日本道路公団の透過損失性能基準である400Hzで25 d B、1000Hzで30 d B以上で十分満たしていることが分かった。

5. 安全性確認試験

5.1 試験概要

(1) 目的

防音壁の場合、前述した吸音・遮音性能試験だけでなく、安全性能も要求される。そこで、様々な状況を想定して、緑化防音壁の安全性について確認するための試験を行った。

(2) 試験方法

以下の4箇所の試験を防音壁メーカーである積水樹脂(株)の竜王工場で試験を行った。

(a) 衝撃試験

車の衝突を想定して、日本道路公団の設計要領に

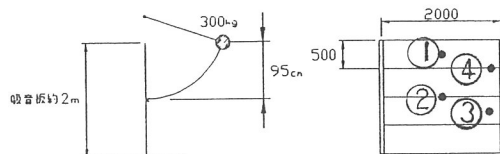


図-10 衝撃試験の方法

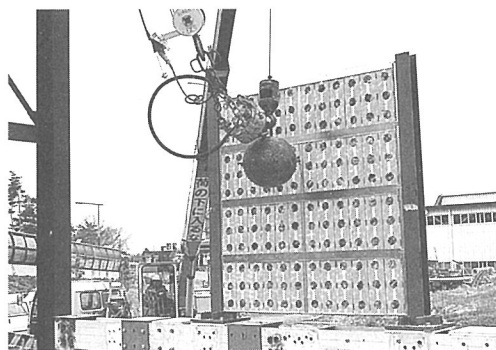


写真-7 衝撃試験の状況

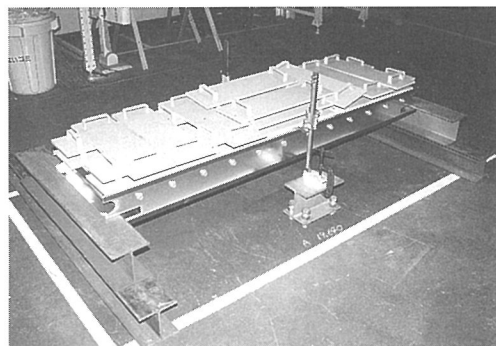


写真-8 載荷試験の状況

準じて、緑化防音壁に300kgの重りを、95cmの高さから落として、壁自体に有害な破損がないか確認した。衝撃試験の方法を図-10に示し、その状況を写真-7に示す。

(b) 載荷試験

強風に対する緑化防音壁の耐力性能を確認するため、植栽パネル(長さ2m)の両端を支持し、建設省仕様に準じて200kgf/m²の重りを均等に載荷して最大たわみおよび残留たわみを確認した。載荷試験の状況を写真-8に示す。

(3) 振動試験

交通振動による人工植栽基盤材料の沈下および植栽基盤の脱落、植栽パネルの状況を検証するため、周波数 4 Hz、加速度 0.3G の条件で鉛直方向に連続 10 万回振動させて植栽基盤の沈下状況を確認する実験を行った。振動試験の状況を写真－9 に示す。

(4) 耐火試験

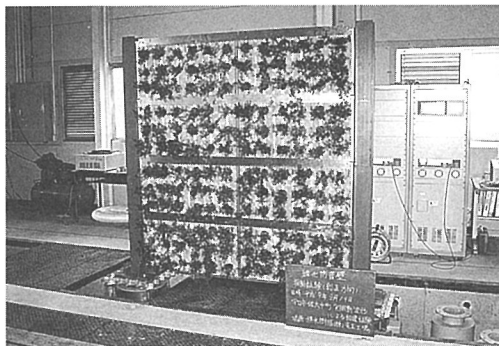
植栽容器、植栽基盤および樹木の燃焼状況を検証するため、「JIS K 6911 熱硬化性プラスチック一般試験方法」の「5. 24 耐燃性」に基づき、炎を植栽容器から離れた時に残炎がないか確認した。耐火試験の状況を写真－10 に示す。

5.2 試験結果

(1) 衝突試験

衝突試験の試験結果を表－6 に示す。

同表に示すように、植栽パネルの割れ、パネル背面側への飛散、脱落は見られなかった。また、重りが背面側に貫通して飛び出ることがなかった。したがって、緑化防音壁は自動車による衝突事故などで懸念される道路外への緑化防音壁の落下、飛散だけでなく、自動車等の落下による災害の発生も防止できると考える。



写真－9 振動試験の状況



写真－10 耐火試験の状況

また植栽容器についても、破損はしても植栽基盤等の飛散はほとんどなく、道路交通に影響を与えないことがわかった。

(2) 載荷試験

載荷試験の結果を表－7 に示す。

建設省の仕様では、許容最大たわみ量が支持点間隔 $L/200=10\text{mm}$ 以下となっている。同表より緑化防音壁は静荷重下 ($200\text{kgf}/\text{m}^2$) 程度の強風に耐えることと、荷重解放後の形状回復に問題がなく、さらに支持鋼材からの逸脱がないことも実証された。したがって、風荷重に対して十分に耐えうるパネルであることが判明した。

(3) 振動試験

振動試験の結果を表－8 に示す。計測した 8 カ所のいずれの場所でも、人工植栽基盤の沈下、植栽容器の脱落はみられなかった。

表－6 衝突試験結果

	試 験 結 果			
	植栽パネルの割れ	パネル背面側への飛散	パネルの脱着	植栽容器の飛散
①	なし	なし	なし	なし
②	なし	なし	なし	なし
③	なし	なし	なし	なし
④	なし	なし	なし	なし

表－7 載荷試験結果

	た わ み 量 (mm)		
	初期状態 (0 kg/cm)	載荷状態 (200kg/cm)	残留状態 (0 kg/cm)
①	0. 0 0	1. 2 0	0. 0 6
②	0. 0 0	1. 7 2	0. 1 2
平均値	0. 0 0	1. 4 6	0. 0 9

表－8 振動試験結果

計 測 箇 所		植栽基盤の沈下量 (mm)	
		パネル中央部	パネル端部
①	1 段目パネル	0. 0 0	0. 0 0
②	2 段目パネル	0. 0 0	0. 0 0
③	3 段目パネル	0. 0 0	0. 0 0
④	4 段目パネル	0. 0 0	0. 0 0

(4) 耐火試験

耐火試験の結果を表－9に示す。

植栽基盤は常に含水状態であるため、植栽容器を難燃性プラスチックで製作すれば燃焼は防止できるのではないかと考える。ただし、今回の実験は「JIS K 6911 熱硬化性プラスチック一般試験方法」に従って接炎時間を30秒に設定して行ったため、今後さらに長時間接炎する試験を行うことが必要と考える。

表－9 耐火試験の結果

	植栽容器	植栽基盤	植栽	炎を植栽容器から離したときの燃焼状況	
				植栽容器	植栽基盤
①	現場設置品 (アクリル変性PVC難燃樹脂)	含水	なし	燃焼の継続なし	燃焼の継続なし
②			あり	燃焼の継続なし	燃焼の継続なし
③		乾燥	なし	燃焼の継続なし	燃焼の継続あり
④			あり	燃焼の継続なし	燃焼の継続なし
⑤	非難燃処理 (AES系樹脂)	含水	なし	燃焼の継続あり	燃焼の継続なし
⑥			あり	燃焼の継続あり	燃焼の継続なし
⑦		乾燥	なし	燃焼の継続あり	燃焼の継続あり
⑧			あり	燃焼の継続あり	燃焼の継続なし
⑨	量産品 (AES系樹脂・難燃グレート)	含水	なし	燃焼の継続なし	燃焼の継続なし
⑩			あり	燃焼の継続なし	燃焼の継続なし
⑪		乾燥	なし	燃焼の継続なし	燃焼の継続あり
⑫			あり	燃焼の継続なし	燃焼の継続なし

6. まとめ

このたび開発した緑化防音壁について吸音試験、透過損失試験を行った結果、緑化防音壁は一般の防音壁以上の防音性能があることが確認できた。また、衝突試験、載荷試験、振動試験、耐火試験など安全性について各種試験を行い検証した結果、道路上で想定できる様々な状況に対しても安全性を有することも分かった。

7. おわりに

各種試験を行った結果、緑化防音壁が景観の向上に寄与できるだけでなく防音壁としての機能を持つ、十分実用化できる製品であることがわかった。

今回の試験で使用した植物は、壁面緑化工法の試験施工で育成することが実証済みの樹種であったので問題は起こらないと思うが、今後、排気ガスの多い悪環境での育成状況、維持管理方法について追跡調査をしていく予定である。また、本工法の市場展開をめざし、

品質、コストについて検討を行っていくとともに灌水システムへの雨水の利用、ソーラーシステムの利用などについても研究していく予定である。

最後に、この研究開発、試験を行うにあたりご指導いただいた建設省近畿地方建設局近畿技術事務所の方々、および防音壁メーカーである積水樹脂株式会社の方々をはじめ、ご協力いただいた関係者各位に深く感謝いたします。

〔参考文献〕

- 1) 「屋上緑化工法スカイグリーンの開発」(株)浅沼組技術研究所報 No.4 (1992年)
- 2) 「壁面緑化工法の研究開発(その1)、(その2)」(株)浅沼組技術研究所報 No.7, 8 (1996,7年)
- 3) 「建築関係JIS要覧 試験方法」建設省住宅局住宅生産課監修