

2-4 耐寒性

DNシートの耐寒性評価として耐寒試験を実施している。耐寒試験はゴム状態からガラス状態に転移する点を機械的強度から確認する試験でDNシートのひび及び割れ発生時の試験温度を耐寒温度としている。

試験方法	
規格	JIS K 6772 ¹⁹⁹⁴ ビニルレザークロス 耐寒試験
条件	低温浴中で試験片に2.5kgのおもりを落下させ、打撃を与える。



DNシートの耐寒温度

シート	耐寒温度
SRX 1.5	-40℃
SRX 2.0	-60℃
S 1.3	-35℃
S 2.0	-40℃

上記試験結果は測定値であり、保証値ではありません。

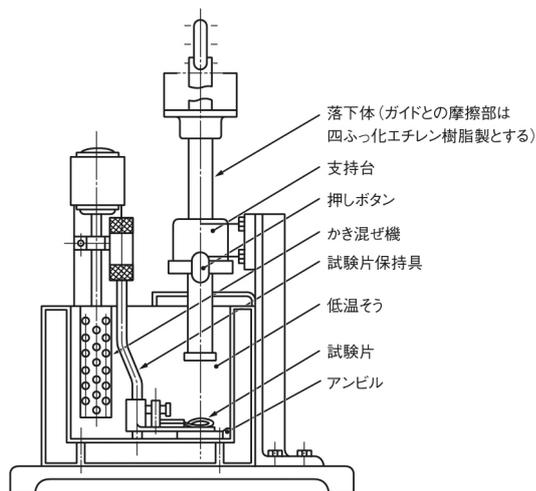
- 厳しい低温環境下において、DNシートはひび割れ等が発生しにくいことが確認された。

〈試験方法詳細〉

規定温度の低温浴中で落下体を落下させ、試験片に打撃を与えるもの。

下図に示す構造の試験装置を使用する。

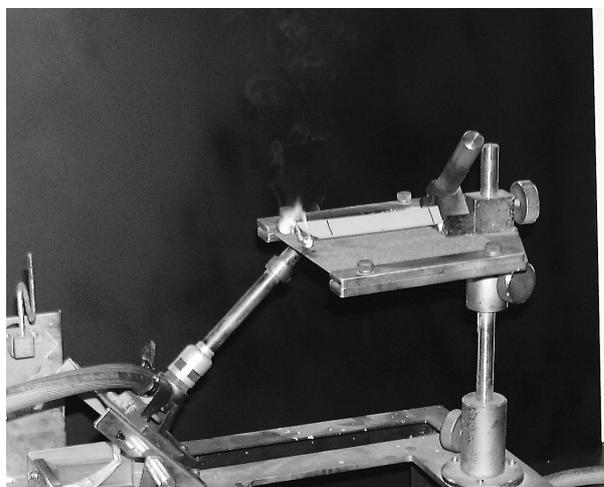
落下体の全質量2.5kgとする。



2-5 耐燃性

DNシートの燃焼性評価として耐燃性試験を実施している。DNシートの主成分は塩化ビニル樹脂であるため、自己消火性を有している。

試験方法	
規格	JIS K 6911 ⁻¹⁹⁹⁵ 熱硬化性プラスチック一般試験方法耐燃性
炎の接触	30秒間



DNシートの耐燃性

シート	グレード	評価基準
SRX1.5	不燃性	不燃性：燃焼距離が25mm以下 自消性：燃焼距離が25mmを超え100mm以下 可燃性：炎が180秒間以上消えない場合
SRX2.0	不燃性	
S1.5	不燃性	
S2.0	自消性	

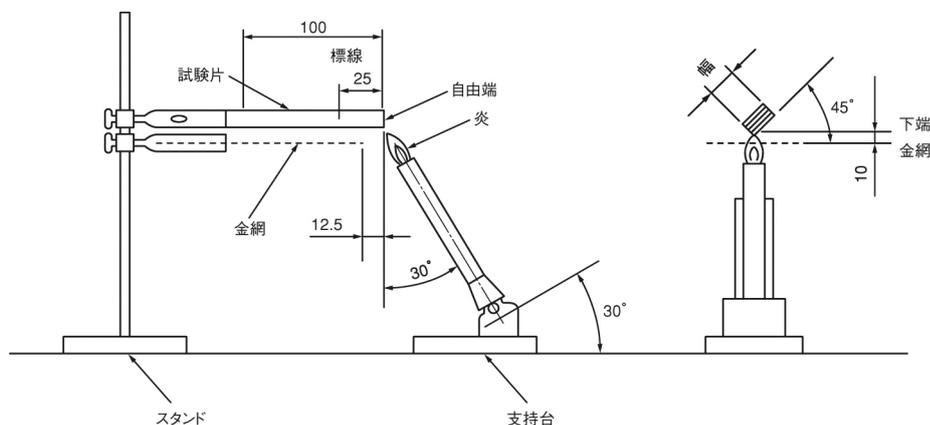
DNシートは不燃性、自消性を有しており、燃焼しにくいシートであることが確認された。

〈試験方法詳細〉

空気の流れを感じない室内で、下図のように試験片の長さ方向は水平に、幅方向は水平に対して45°の角度に、高さ方向は下端が炎先端の高さとなるように、一方の端をスタンドに保持する。

その自由端の下端に、青色炎の先端を30°の角度を保持して30秒間接触し、炎を取り去ると同時に時間計測を開始する。

炎は試験片から450mm以上離しておき、試験片の炎が消えたときの時間を燃焼時間とする。消火後、試験片の燃焼した長さを下端で測り、燃焼距離を測定する。



2-6 透湿性

DNシートの透湿性評価として透湿度を測定している。透湿度とは、一定時間に単位面積の膜状物質を通過する水蒸気量のことである。

試験方法	
規格	JIS Z 0208 ⁻¹⁹⁷⁶ 防湿包装材料の透湿度試験方法(カップ法)
条件	温度：40℃ 時間：24時間

DNシートの透湿性

シート	透湿度(g/m ² ・24h)	参考
SRX1.5	6～7	ポリエチレン0.03mm : 16～22 ポリプロピレン0.03mm: 8～12 塩化ビニル0.03mm : 25～40
SRX2.0	5～6	
S1.5	6～7	

上記試験結果は測定値であり、保証値ではありません。

DNシートは、透湿性を有していることが確認された。

〈試験方法詳細〉

温度25℃または40℃において試験片を境界面とし、一方の空気の相対湿度を90%、他方の空気を吸湿材によって乾燥状態に保つ。24時間にこの境界面を通過する水蒸気の質量(g)を測定する。

2-6-1 脱気装置の設置について

DNシートと一般的な脱気盤として(株)山装製のダモ脱気盤の透湿度を比較する。

透湿度 SRX2.0 5.0 g/m²・24h

脱気盤 3.36g/m²・24h (株式会社山装製 ダモ脱気盤 φ120)

脱気装置を150m²に1箇所設置すると仮定した場合、SRX2.0シートの透湿度は5.0 g/m²・24h×150m²=750 g/150m²・24hとなり、脱気装置の透湿度を大きく上回る計算結果となる。

そのため、DNシステムにおいて脱気装置は不要である。

2-8 耐摩耗性

耐摩耗性試験として摩擦鋼板、摩擦ブラシ及び打撃びょうの順序で回転円盤上の試験体を摩耗させる。JIS A 1451「建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法」を実施している。

JIS A 1451は各種床材の評価に実施される試験で、その他摩耗試験方法と比較して現実に近い試験方法とされている。

試験方法	
規格	JIS A 1451 建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法
条件	摩擦鋼板、摩擦ブラシ及び打撃びょうの順序で 摩耗促進 1000回転

DNシートの耐摩耗性試験結果

シート	単位	1000回転後の厚さ減少量
エターナG	mm	0.05
エターナW		0.03
T社塩ビ床材		0.06

エターナG、エターナWの耐摩耗性は床材同等の性能であることが確認された。

JIS試験方法を検討していた際に、各種床材の実地試験と各種の摩耗試験機の双方の結果を比較した文献データより抜粋

塩ビ系シート床材		摩耗量
実地試験	駅改札口12万人通過時の摩耗量	0.404mm
JIS原案試験 (現在のJIS A 1451)	200回転後の摩耗量	0.05mm
	500回転後の摩耗量	0.09mm
	800回転後の摩耗量	0.10mm
	1100回転後の摩耗量	0.12mm

建築技術

1968年10月号 NO.296 「床材料の摩耗性」 床材料摩耗試験委員会

文献データから単純に実地摩耗量を0.0337mm/1万人通過と仮定するとJIS試験3.56万人通過/1100回転と計算される。JIS A 1451の試験は3万人強の歩行摩耗と想定される。

(1) 人体への影響

主成分のテトラヒドロフランは、蒸気濃度が25～50ppmの範囲で特有の臭気が感知される。

作業場の蒸気濃度は、200ppmを越えてはならない。高濃度の蒸気を呼吸すると麻酔を起こすため十分な換気が必要である。

労働安全衛生法 有機溶剤中毒予防規則		備考
第1種	クロロホルム、四塩化炭素、トリクレン、ベンゼン 他	比較的有害性が高い。 最大管理濃度 25ppm
第2種	テトラヒドロフラン アセトン、エチルアルコール、メタノール キシレン、トルエン、クレゾール、酢酸エチル 他	あまり有害性が高くない。 最大管理濃度 200ppm
第3種	ガソリン、石油エーテル、石油ナフサ、テレピン油 他	ほとんど有害性がない。

テトラヒドロフランは皮膚や鼻、目、咽喉の粘膜に刺激を与えるため、長時間皮膚に接触させたり、皮膚に付着したまま乾かせたりすることは避けなければならない。

また長時間蒸気に触れると、体質によっては頭痛、眩暈、嘔気を感じる場合もあるため、適宜、新鮮な空気に触れるように心がける必要がある。

(2) 危険物指定

DN溶着剤は、消防法指定危険物第4類第1石油類と第4類第2石油類との混合物に該当する。

第1石油類の指定量は400Lであるため、それを越える場合には各種規制を受ける。

また、80L以上を1箇所に貯蔵する場合、火災予防条令が適用される。

(3) DNシート溶着作業時の注意点

- 風通しの悪い場所では換気装置を準備すること。
- 使用していない容器には必ずふたをして溶着剤の蒸発を防止すること。
- 作業に必要な適量分だけ現場に持ち込むこと。
- 皮膚に触れないように作業員に注意を促すこと。
- 火気厳禁の表示を現場の見やすい位置に掲示すること。
- 防水工事以外の作業者の火気にも十分注意すること。
- 機械のショートによる火花にも引火する恐れがあるため、機械工具は使用前に必ず点検をすること。

4. 工法

4-1 DN防水システムの接合

プラスチックの一般的な接合方法としては、溶剤による方法、接着剤による方法、熱溶融による方法の3つの方法がある。

DNシステムの接合は、溶剤による方法、熱溶融による方法によって行い、接着剤を用いる接着と区別するために「溶着」と呼称している。

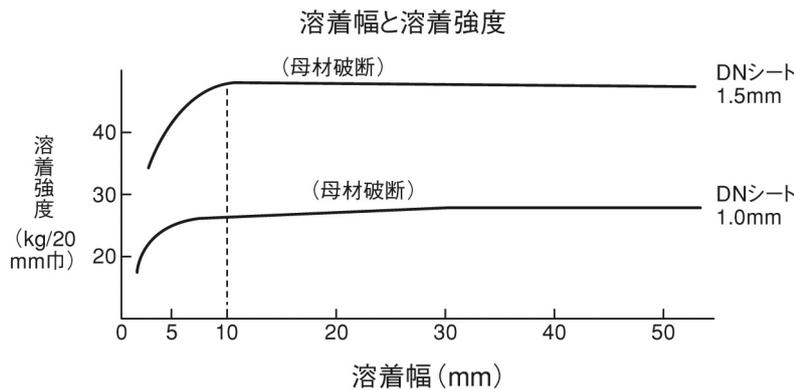
(接着とは、被着体間に被着体とは別の物質である接着剤を介して接合することを言う)

DNシートの溶着は、DNシートの成分以外は残存しないため、接合部は一体化する。

4-1-1 溶着幅と溶着強度

(社)日本建築学会「建築工事標準仕様書」、国土交通省の「公共建築工事標準仕様書」の接合幅の規定は、40mmとなっている。

引張せん断試験の結果から、DNシートの溶着幅は10mm以上あれば、溶着強度は一定値(母材破断)となるが、施工時のばらつきを考慮して、DNシステムでは重ね幅は50mmを基本としている。



4-1-2 溶着の種類と溶着強度

DNシートの溶着には溶剤溶着と熱風溶着があり、一般的に溶着強度(ピーリング強度)は熱風溶着の方が溶剤溶着よりも高い値を示す。熱風溶着は、溶剤溶着に比べ、DNシートのより深い部分まで活性化させるため、塩化ビニル樹脂の絡み合いが強くなるためと考えられる。

T型剥離 試験結果

溶剤溶着	熱風溶着
65～96N/20mm幅	61～174N/20mm幅

※1 バラツキを確認するため、数人で溶着試験体を作製した。



溶剤溶着は広い面積でも均一な溶着をすることができるが、熱風溶着では場所による強度バラツキが大きくなるため、溶着不十分な箇所が生じる恐れがある。DNシステムは溶剤溶着を主体とし、仕上げ作業に熱風溶着とすることを基本としている。

4-1-3 溶着に要する押さえ圧

溶着作業は手でDNシートを十分に押さえ、溶着部分全体に均一な圧力がかかるように押さえる必要がある。

DNシートを溶着する押さえ圧について溶着強度を測定した。手でDNシートを軽く押さえた時の荷重は20g/cm²である。

T型剥離 試験結果

荷重 (g/cm ²)	10	20	50	100	手で溶着
溶着強度 (N/20mm幅)	86	94	104	92	98

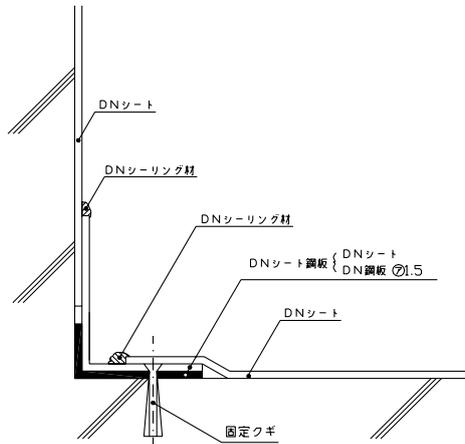
試験方法：1) DNシートS1.3を溶剤溶着後、5秒間荷重を加えた。
2) 24時間放置後、T型剥離試験にて剥離強度を測定した。

4-2 逆貼り施工について

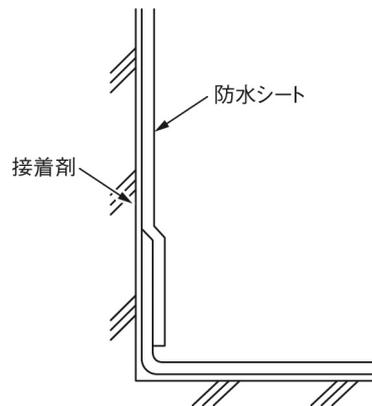
DNシステムの壁～床入隅の納まりは、他防水の施工方法と異なり、逆貼りとなっている。

DNシステムは、溶着作業がやり易い方法、すなわち、より完全なる溶着が期待できる方法を採用して図Aの納まり工法を標準としている。

また壁シート施工後に床シートを施工するため、床シートの損傷がない。



図A DNシステム

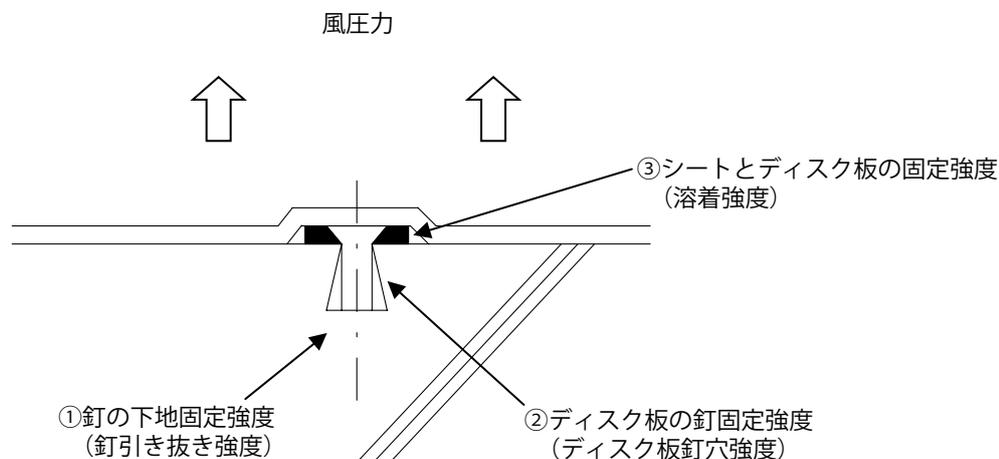


図B 他工法

4-6-2 風圧力に対する固定強度

DNシステムの風圧力に対する設計固定強度はディスク1箇所あたり1470Nとしている。実際の固定強度は下地状態や材料種類によりそれぞれ異なるため、設計固定強度は安全側に設置している。

ディスク1箇所のシート固定強度は主に釘の下地固定強度（釘引き抜き強度）、ディスク板の釘固定強度（ディスク板釘穴強度）、シートとディスク板の固定強度（溶着強度）が上げられる。



1. 釘の下地固定強度実験値（釘引き抜き強度：N/本）

固定釘		RC (150mm)	ALC (100mm)	鋼板		
				0.8mm	1.0mm	1.2mm
SUS木ネジ プラグ	S6+M-38 S6R-50+M-50 S6R-70+M-75	2500	2100*	—	—	—
	S8R-95+L-95 S8R-115+L-115 S8R-135+L-135 S8R-155+L-155	7800	3000*			
SFネジ	SF-65	—	2800			
	SF-90 SF-110	—	2900			
アルミ開脚釘	AL-38	2600	—			
	AL-50	5500	—			
セルフ タッピングビス	SB-60X SB-75X SB-100X	—	—	2244	2950	3224

※1 DNタイト300（エポキシ系接着剤）併用

4-7 屋根飛び火性能

屋根葺き材の飛び火性能は法第22条第1項（屋根）及び同第63条（屋根）の規定に基づく認定である。防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根の構造方法を定める件（平成12年建設省告示第1365号）令136号の2の2に掲げる技術的基準に適合する屋根の構造方法は下記の通りである。

DN防水システムでは各仕様に対応できるよう、個別認定番号を取得している。（個別認定番号は付録に記載）

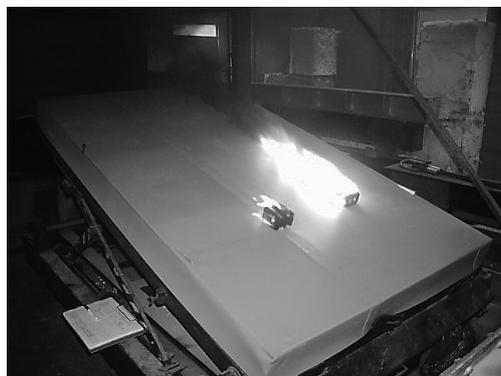
(1) 適合仕様

- 不燃材料で造るか葺いたもの。
- 準耐火構造（屋外に面する部分は準不燃材料で造ったもの）のもの。
- 屋根を耐火構造（勾配30°以下）の上に断熱材（厚さ50mm以下）および防水材（アスファルト、改質アスファルト、塩ビ樹脂系シート、ゴム、塗膜防水工法）を張ったもの。

(2) 飛び火性能試験：(財)日本建築総合試験所

〈測定〉

1番目の火種を載せてから30分を経過するまで、試験体表面に沿った火炎の拡大や変化及び試験体を貫通する燃え抜け及び裏面での着火の有無について観察及び計測をする。



〈判定〉

- 試験中、試験体の燃焼による火炎の先端が、試験体の風上側の底辺及び風下側端部及び左右両端部に達しないこと。
- 試験中、試験体の裏面で火炎を伴う燃焼が観察されないこと。
- 試験中又は試験終了後の測定において最大部分で10×10mmを超える貫通孔が観察されないこと。



4-8 折板屋根改修による雨音の低減

屋上面に断熱材を敷設すると躯体断熱効果の向上に加え、雨音が低減される。金属折板屋根をDN断熱防水で改修した物件について、室内側から雨音を測定した。

試験方法	
規格	自社法
改修物件	弊社工場内の折板屋根屋上断熱改修
断熱材	DNフォームS(厚さ40mm)
雨音測定方法	室内天井より50cm離れた位置で測定 精密騒音計NA-60リオン株式会社製

改修前（折板屋根）



改修後（DN断熱防水）



〈測定結果〉

	改修前（折板屋根）	改修後(DN断熱防水)	低減効果
雨天時（夕立）	73dB	68dB	-5dB
晴天時（暗騒音）	64dB	56dB	-8dB

DN断熱防水で改修後、雨音は10dB程度低減され、特に耳障りな高音成分が吸音していることが確認された。通常、騒音レベルで10dB違うと2倍の音として感じると言われている。

（参考）騒音レベル

騒音レベル	50dB	60 dB	70 dB	80 dB	90 dB	100 dB
		日常的騒音		うるさい		極めてうるさい
例（概要）	郊外住宅地（昼） 教室内自習中		新幹線車内 パチンコ店		地下鉄車内	

4-9 断熱性能

断熱材を敷設することにより、断熱性能が改善される。一般に断熱性能は熱伝導率の大小で表されるが、屋根は複数の材料で構成されている場合が多く、熱貫流率あるいは熱貫流抵抗で評価している。

表1 熱計算に用いる値

	表面熱伝達率 [W/m ² ・K] ^{※1}	表面熱伝達抵抗R [m ² ・K/W] ^{※2}	備考
屋根の室外側 α_o	23	0.043	風速3m/s程度と想定 ^{※3}
屋根、天井の室内側 α_i	9	0.111	上向きの熱流を想定(冬期)
	6	0.167	下向きの熱流を想定(夏期)

※1 表面熱伝達率 α ：材料表面の境界層の伝熱割合を示し、値が大きいほど熱が伝わり易い。

※2 熱伝達抵抗R： $R = (1 / \text{表面熱伝達率 } \alpha)$

※3 風速5m/s：35 W/m²・K、風速7m/s：41 W/m²・K

(1) 1次元における熱計算例

折板屋根をDN折板改修工法で改修した場合の断熱効果

設定条件

1. 屋根構成材料・折板：鋼板 0.8mm
 - ・シート：SRX1.5、クロスシート 1.0mm
 - ・断熱材：DNフォームS（PSFⅢ種b）30mm
2. 温度（冬期）
 - ・外気温度（屋上表面温度）：0℃
 - ・室内温度、湿度：20℃、60%

表1より

	室外	室内
温度	0℃	20℃
熱伝達率	$\alpha_o = 23$	$\alpha_i = 9$
熱伝達抵抗	$R_{so} = 0.043$	$R_{si} = 0.111$

表2より各材料の熱伝導率を確認し、熱伝導抵抗を算出する。

	厚さ m	改修後		改修前	
		熱伝導率 ^{※1}	熱伝導抵抗 ^{※2}	熱伝導率	熱伝導抵抗
		W/m・K	m ² ・K/W	W/m・K	m ² ・K/W
室外空気層	/	$\alpha_o = 23$	$R_{so} = 0.043$	$\alpha_o = 23$	$R_{so} = 0.043$
DNシート	0.0015	0.19	$R_1 = 0.0079$	/	/
DNクロスシート	0.0010	0.037	$R_2 = 0.027$		
断熱材	0.0300	0.028	$R_3 = 1.111$		
折板	0.0008	38.19	$R_4 = 0.000021$	38.19	$R_1 = 0.000021$
室内空気層	/	$\alpha_i = 9$	$R_{si} = 0.111$	$\alpha_i = 9$	$R_{si} = 0.111$
熱貫流抵抗 ^{※3}	/	$R_t = 1.30$		$R_t = 0.15$	

注) 室外空気層、室内空気層の値は表面熱伝達率、表面熱伝達抵抗を示す。

※1 熱伝導率 λ ：材料内部の伝熱割合を示し、材料固有の値となる。値が大きいほど熱が伝わり易い。

※2 熱伝導抵抗R：材料の厚みD効果を考慮した伝熱割合を示し、値が大きいほど熱が伝わり難い。材料の厚みを熱伝導率で除した値となる。

※3 熱貫流抵抗Rt：熱貫流率Kの逆数値(1/K) 熱貫流 $K = 1 / \alpha_i(\text{室内}) + \{D_1 / \lambda_1 + D_2 / \lambda_2 + \dots + D_n / \lambda_n\} + 1 / \alpha_o(\text{室外})$

4-10 ドレンの排水能力の推定

DN防水改修時に旧ドレン管へ新たにドレン管を差込んだ場合、改修後のドレン径（内径）が旧ドレン管径よりも小さくなるため排水能力が低下する。そのため改修時には必要とされる排水能力の確認と改修後の排水能力を考慮し、最適な排水計画を決定する必要がある。

改修時の排水能力への影響について縦抜きドレンの排水能力計算方法を示す。

※計算結果はストレーナーの抵抗や目詰まりは考慮していないため、保証値ではない。（別途安全率を設定する必要がある。）

〈計算方法〉

1) 縦樋落とし口の流速Vを、トリチェリーの式より算出

$$V = \sqrt{2gh}$$

V：流速 (m/s)

g：重力加速度 = 9.8(m/s²)

h：水深 (m)

2) 排水量を算出

$$Q = C \cdot V \cdot S$$

Q：排水量 (m³/s)

C：縦樋の流量係数 (0.6：仮定)

V：縦樋落とし口の流速

S：縦樋の断面積

3) 縦樋1個が受け持つ投影面積Aは

$$A = Q / (N \cdot f)$$

Q：排水量 (m³/s)

N：降雨強度 (m/s)

f：流出係数 (1.0)

降雨強度：単位時間あたりの降水量を示す。

地上観測（1961～2003年）における1時間最大降水量

年月日	観測所	1時間最大降水量 (mm)
1972.11.14	潮岬	145.0
1995. 9.30	宮崎	139.5
1972. 9.14	尾鷲	139.0
1970. 4.19	宮古島	138.0
1998. 9.24	高知	129.5
1999. 9. 4	八丈島	129.5
1979. 9.21	尾鷲	128.0
1982. 7.23	長崎	127.5
2000. 6.25	枕崎	127.0
2001. 9. 2	種子島	126.0

5. 施工後の検査

5-1 ピンホール探傷検査

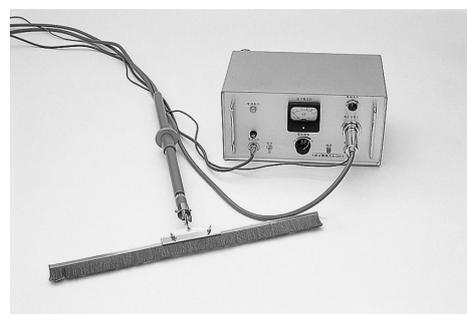
防水施工中や施工後に、笠木取付作業、足場解体作業、設備配管作業等の防水関連工事でDNシートに損傷を受けることがある。また、防水施工後の清掃により、DNシートが損傷を受け、漏水の原因となることがある。

DNシートの損傷を安全かつ簡単に発見するピンホール探傷検査を実施している。対応するDNクロスシートはアルミが積層されたCS-030、GPXMである。

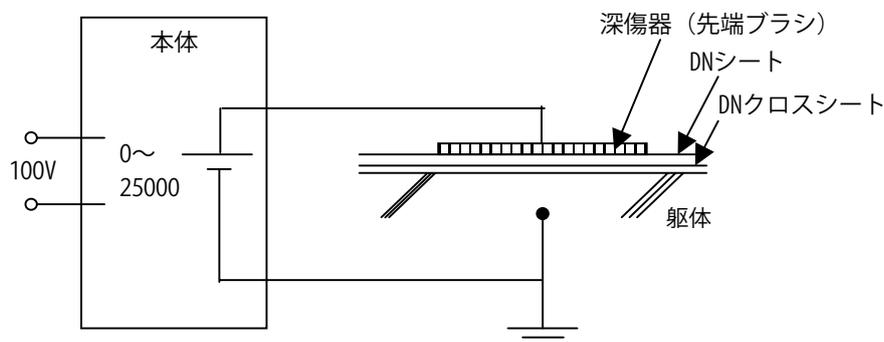
5-1-1 探傷器（ピンホールテスター）

DNシート表面に高電圧をかけ、電気の放電現象を利用してDNシートの傷を安全かつ簡単に発見するための装置である。

DNシートに傷がある場合電流はDNクロスシート (CS-030) のアルミ面に流れ、放電現象が発生し、DNシートの傷を発見することができる。



入力100Vの交流電圧を直流0～25000Vの電圧に変換できる装置を用いる。図のように、DNシート表面にDNシートの絶縁破壊以下の電圧をかける。



(1) 検査電圧の設定

検査電圧の最小値は空気が絶縁破壊する電圧で規定される。空気の絶縁破壊電圧は10mm当たり約30,000Vである。

SRX1.5は4500Vの電圧をかければ、DNシートに傷がある場合は放電現象が発生するが、躯体の不陸、放電現象を考慮して、検査電圧を12500Vとする。

検査電圧の最大値はDNシートの絶縁破壊電圧により規定され、通常シート厚さ1mmあたり20000Vである。

シート厚み、吸水状態、下地の種類によって電圧を決めるが、検査時の電圧を上げすぎると正常なシートに穴があく場合があるため注意をする必要がある。

DNシートの絶縁破壊電圧と検査電圧値

	絶縁破壊電圧	検査電圧
SRX1.5	30000V	5000～15000V
SRX2.0	40000V	10000～20000V



(2) 検査方法

電圧計の指針を検査電圧に合わせた後、検査ブラシをDNシート表面にはわせるようにしてDNシート全面を検査する。

〈検査手順〉

1. DNシート面の水分はふき取る。
2. コード類をセットし電圧を検査電圧に設定する。
3. シート面にブラシをはわせて、傷をチェックする。

5-2 減圧継ぎ目検査

ピンホール探傷器が使用できないDNシートのラップ部、コーナパッチ部等に対して検査をする。

〈検査手順〉

1. シートの継ぎ目に中性洗剤を塗布する。
2. 検査用の透明フード(平場、入隅、出隅用等)を被せる。
3. 透明フード内を家庭用掃除機等で減圧する。

ピンホールがある場合には、その部分で泡が膨らみ、ピンホールを発見することができる。

