

# 発泡ポリエチレン系断熱材と合成高分子ルーフィングの接着性

## On Adhesiveness of Synthesized Polymer Roofing Sheets, Applied on Expanded Polyethylene Insulation Material

荒井 光興\*  
Mitsuoki Arai

### 要 約

合成高分子ルーフィング防水（シート防水）による露出断熱防水工法は、アスファルト防水の欠点である防水層のふくれ、破断を少なくし、施工時の悪臭対策や経済性などの利点がある反面、圧縮歪の大きい断熱材上で施工するため、防水層であるシート相互の接着性が懸念されていた。

そこで、断熱材にポリエチレン系発泡体を使用した場合、防水シート相互の接着力を調査するため、現場で試験施工した試料から抜き取り、各種の比較試験を行った。

その結果、懸念された接着力の低下は思ったよりも見られなかったが、実際の施工時における問題点が発見された。

### 目 次

- §1. はじめに
- §2. シート防水による露出断熱防水の問題点
- §3. 試験体
- §4. 試験方法
- §5. 試験結果
- §6. まとめ
- §7. 終りに

### §1. はじめに

合成高分子ルーフィングを用いた露出断熱防水工法（通称シート防水と呼ばれている）は、従来、下地コンクリートの挙動（ひびわれ等）に対する緩衝効果を期待して、厚さ5mm～10mm程度のポリエチレン系発泡体を敷くことが多かった。しかし、最近屋根の断熱性能が重要視されるにつれ、防水層下地として断熱材の厚さが25mm～30mm以上のものが使用されるようになってきた。

屋根に露出断熱防水を行う場合、ウレタン系発泡体の上にアスファルト防水という仕様が一般的であったが、防水層のふくれ、破断等の事故も少なくなく、また、施

工時のアスファルト溶融に伴う悪臭の発生もあって、施工業者にとっては問題点の多い工法であった。

こうした問題点を解消するため、アスファルト防水より経済的に多少有利なシート防水を採用した場合、断熱材として下地コンクリートの不陸になじみのよいポリエチレン系発泡体を使用することが多くなった。

ポリエチレン系発泡体は、下地になじみやすい反面、柔軟性があるため、この上にシート防水を施工する場合、転圧ローラーに満足に力が加えられず、シート相互の接着が果して完全に行われているか、という懸念がある。

そこでシートジョイントの接着性について、シートの種類、断熱材の厚さ、施工方法などにより接着力がどう変化するかを試験した。以下その概要を述べる。

### §2. シート防水による露出断熱防水の問題点

試験を行った屋根防水の仕様を Table 1, 2, Fig.1 に掲げる。

ここで使用された断熱材は、30倍発泡（密度0.03～0.04g/cm<sup>3</sup>）のポリエチレン発泡体で、厚さ30mm、1枚の寸法が910×1,800mmのものである。

\* 技術研究部建築技術課係長

Table1 試料(加硫ゴム系)

㉑	防水シート	加硫ゴム系高分子ルーフィング(1.2mm厚)
㉒	シートジョイント用接着材	ブチルゴム系
㉓	シート/断熱材用接着材	ブチル/ネオプレンゴム系
㉔	下地/断熱材用接着材	ブチル/ネオプレンゴム系
㉕	断熱材	30倍発泡ポリエチレン(10, 20, 30mm厚)
㉖	テープ状シーリング材	非加硫ゴム系(0.8mm厚×30mm幅)
㉗	断熱材目地用テープ(50mm幅)	ポリプロピレン系粘着テープ

Table2 試料(非加硫ゴム系)

㉑	防水シート	非加硫ゴム系高分子ルーフィング(2.0mm厚)
㉒	シートジョイント用接着材	ブチルゴム系
㉓	シート/断熱材用接着材	ブチル/ネオプレン系
㉔	下地/断熱材用接着材	エマルジョン系
㉕	断熱材	30倍発泡ポリエチレン(10, 20, 30mm厚)

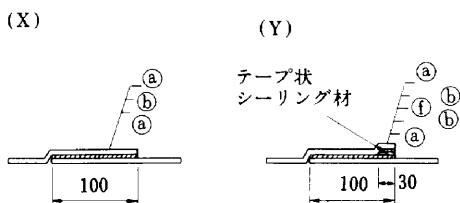


Fig.1 シートジョイント法(単位:mm)

シート防水施工時における問題点として提起されたのは、次の3項目である。

〈問題点〉

①圧縮歪の大きい断熱材上でシートを接着する場合、ジョイント部の接着力が、断熱材なしで施工したときと同程度に確保されているか。

②シートジョイント部が、たまたま下地断熱材の突き合せ位置又はその近傍であった場合、施工が可能か。また、断熱材に隙間や段差があった場合はどうか。

③防水層の下に断熱材があることで、太陽からの輻射熱が防水層にかなり影響を与えると想像されるが、シートジョイント部の熱による変化はどうか。

§ 3. 試験体

試験対象としたシートの種類は、加硫ゴム系、非加硫ゴム系の2つで、それぞれ次の材料を採用した。

○加硫ゴム系：ニトルーフ601R (日東電工)

厚さ1.2mm

○非加硫ゴム系：サンタックルーフ (早川ゴム)

厚さ2.0mm

試験体の種類は、各検討項目毎に転圧ローラーの圧力、シートジョイント方法、断熱材の厚み及び目地状態など変えたものを設定した。

試験体の概要を Table 3, Fig.2, 3 に示す。

Table3 試験体作成法

検討項目	試験体作成条件			
	ローラー圧着力 (kg/100mm幅)	シートジョイント法	断熱材厚み (mm)	断熱材ジョイント形状
(1)シート圧着力の影響	1.2, 2.0, 2.8 4.0, 4.8	(X) (Y)	30	(A)
(2)断熱材の厚みの影響	2.0	(X)	0, 10, 20, 30	(A) ジョイントなし
(3)断熱材ジョイント形状の影響	2.0	(X)	30	(A), (B) (C), (D)
(4)加熱による影響	2.0	(X)	30	(A), (B), (C), (E) ジョイントなし

(注) シートジョイント法(Y)は、加硫ゴムのみを採用した。

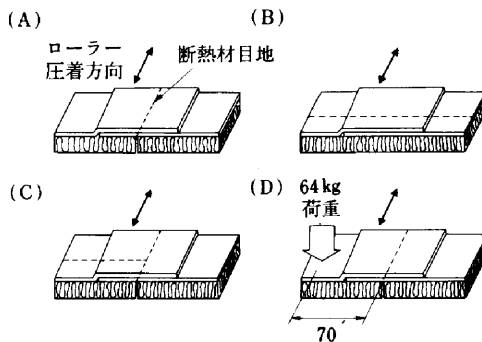


Fig.2 断熱材目地形状とローラー圧着方向(単位:mm)

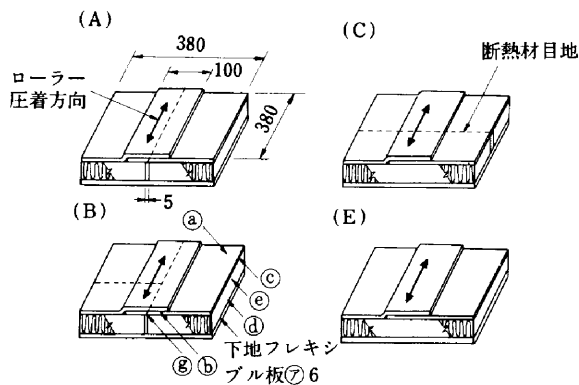


Fig.3 加熱用試験体(単位:mm)

なお、試験用の供試体は、現場で試験施工したものの中から、巾25mm、長さ200mmを無作為に採取した。また、転圧ローラーの荷重は、通常使用されている5kgf/200mm巾のものを基準として設定し、断熱材の隙間は暫定的に5mmとした。

§ 4. 試験方法

4-1 剪断接着力試験

転圧ローラーで往復転圧したときの接着力を調査するため、施工直後及び3日後について、温度20°C、引張速度300mm/分の状態で測定を行った。

4-2 加熱試験

加熱されたときのシートと断熱材の接着状態を調査す

るため、試験体を恒温槽内で80°Cを168時間、その後90°Cを168時間加熱し、ジョイント部のずれ、ふくれ等を観察した。

4-3 赤外線照射表面加熱試験

シート表面が加熱されたときの接着状態を調査するため、赤外線ランプを使用してシート表面温度を60°C、80°C、90°C各1時間づつ連続照射し、1時間後再び同じサイクルで行い、各時点におけるシートジョイント部のずれ、ふくれを観察した。

なお、シートの加熱温度は、日本建築学会 JASS-8(防水工事)の実測例を参考にして設定した。

防水層およびスラブの表面温度実測例を Fig.4 に示す。

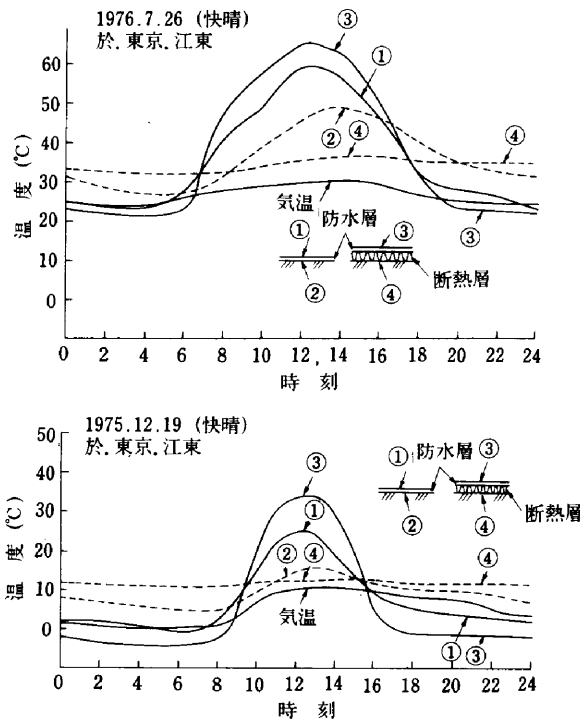


Fig.4 防水層およびスラブの表面温度実測例

§ 5 . 試験結果

5-1 ローラー転圧荷重の影響

ローラーの転圧荷重を変化させた場合のシートジョイント接合状況を Table 4 に、接着力試験結果を Table 5, Fig.5 に示す。

この結果から次のことがいえる。

①シートジョイント(X)方法では、転圧荷重が1.2kgf/100mm巾の場合、ジョイント中央部(イ)に10~15%の未接合部が発生する。

これは、加硫、非加硫ゴム系とも同じ傾向を示す。

②シートジョイント(Y)方法では、(イ)の部分は2.8kgf/

Table4 シートジョイントの未接着部割合(%)

区分	加硫ゴム系			非加硫ゴム系
	(X)	(Y)		(X)
圧着力				
シートジョイント法	(イ)	(イ)	(ロ)	(イ)
未接着部	(イ)	(イ)	(ロ)	(イ)
1.2kgf/100mm	10~15%	15%	6%	10~15%
2.0kgf/100mm	0	10~15	5	0
2.8kgf/100mm	0	0~10	3	0
4.0kgf/100mm	0	0	4	0
8.0kgf/100mm	0	0	2	0

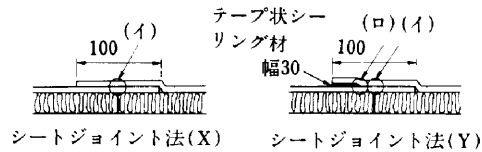


Table5 圧着力とシートジョイント接着力の関係

条件	加硫ゴム系					非加硫ゴム系				
	1.0	2.0	3.0	4.0	8.0	1.0	2.0	3.0	4.0	8.0
ローラー圧着力 (kgf/100mm幅)	1.0	2.0	3.0	4.0	8.0	1.0	2.0	3.0	4.0	8.0
接着力 (kgf/cm <sup>2</sup> )										
直後	0.34 (0.34)	0.36 (0.28)	0.42 (0.35)	0.42 (0.36)	0.44 (0.42)	0.31	0.32	0.34	0.33	0.34
3日後	0.53 (0.45)	0.48 (0.43)	0.56 (0.45)	0.57 (0.45)	0.58 (0.53)	0.39	0.37	0.41	0.42	0.43

シートジョイント法は、加硫ゴム系、非加硫ゴム系とも(X)と比較した。なお、加硫ゴム系の( )内の数字は(Y)のときの値を示す。

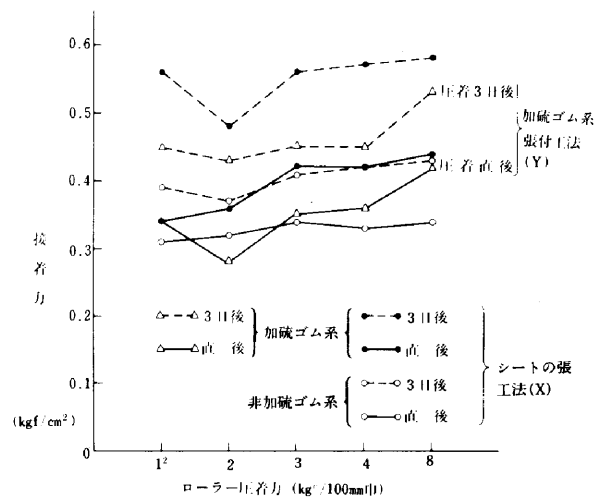


Fig.5 圧着力とシートジョイント接着力の関係

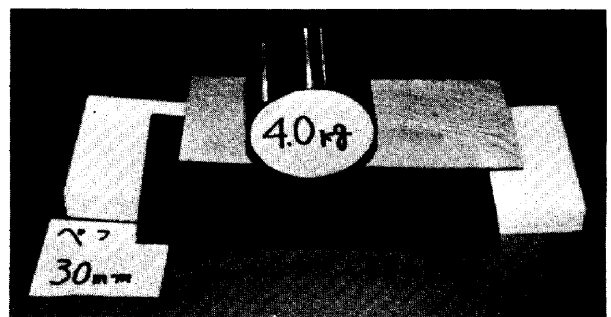


Photo1 シートジョイント部の転圧ローラー

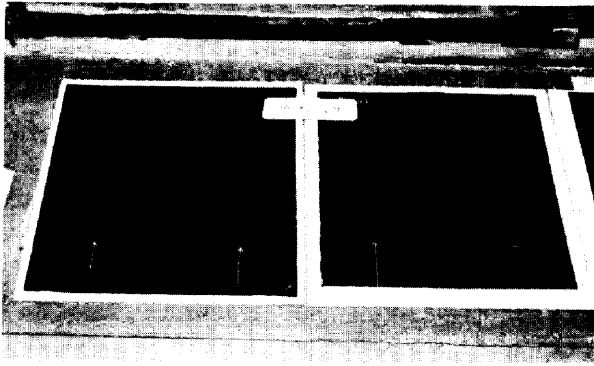


Photo2 試験体状況

100mm巾まで、(ロ)の部分では全ての転圧荷重において未接合部が発生する。

- ③転圧荷重が大きくなるに従い、接着力は増加するが、その割合はわずかである。(加硫, 非加硫とも同じ)
- ④圧着直後と3日後の接着力を比較すると、3日後の方が加硫ゴム系では25%, 非加硫ゴム系では15~20%接着力が上昇する。

5-2 断熱材厚みの影響

断熱材の厚みを変化させた場合のシートジョイント接着力の試験結果を Table 6, Fig.6 に示す。

Table6 断熱材厚みとシートジョイント接着力の関係

条件	区分	加硫ゴム系				非加硫ゴム系			
		断熱材厚み (mm)	0	10	20	30	0	10	20
接着力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	圧着直後	0.45 (0.45)	0.47 (0.43)	0.43 (0.45)	0.44 (0.50)	0.35	0.35	0.33	0.34
	圧着3日後	0.50 (0.50)	0.56 (0.57)	0.50 (0.59)	0.48 (0.52)	0.38	0.41	0.37	0.37

但し、断熱材の張付けはFig. 2, 3の(A)による。加硫ゴム系の( )内数字は、断熱材にジョイントを設けない時のもの。

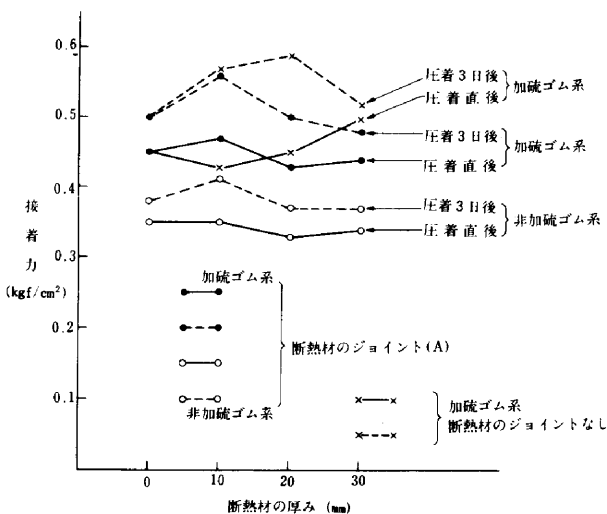


Fig.6 断熱材の厚みとシートジョイント接着力の関係

この結果から次のことがいえる。

- ①接着力は、断熱材の厚みが変わってもほとんど一定である。

これは加硫, 非加硫系とも同じ傾向を示す。

- ②圧着直後と3日後の接着力を比較すると、前項と同様に3日後の方がやや接着力が上昇しているが、その割合は10%前後である。

なお、断熱材目地付近のシートジョイント接着力に対する断熱材の有無, 厚さの関係も併せて調査したが、Table 6 に示した試験結果と差異がなく、断熱材の厚みの影響は無いものと判断された。

5-3 断熱材目地形状の影響

断熱材の目地形状とローラー方向を変化させた場合 (Fig.2, 3) のシートジョイント接着力試験結果を Table 7 に示す。

Table7 剪断接着力 (kgf/cm<sup>2</sup>)

区分 圧着方法	加硫ゴム系		非加硫ゴム系	
	圧着直後	圧着3日後	圧着直後	圧着3日後
(A)	0.37	0.49	0.31	0.38
(B)	0.43	0.56	0.35	0.43
(C)	0.34	0.49	0.30	0.38
(D)	0.37	0.48	0.31	0.37
(E)	0.44	0.52	0.37	0.41

この結果から次のことがいえる。

- ①断熱材目地付近における接着力で最大の値を示したのは、目地方向にシートジョイント (ローラーは目地と直角方向) した (B) の施工法で、目地のない場合と同程度の接着力が得られている。(加硫, 非加硫ゴム系も同じ傾向を示す)
- ②その他の施工法 ((A), (C), (D)) では、接着力の差はほとんどなかったが、最大値 (施工法(B)) と比べると、接着力は約10%低下している。
- ③施工法(D)は、作業員がわざと目地付近に片足をついた場合を想定したものであるが、接着力への影響は見られなかった。

5-4 加熱による影響

恒温槽における加熱試験, 赤外線ランプ照射による表面加熱試験で、シートジョイント部のずれ, ふくれ等を観察したが、いずれの施工方法においても異常は見られなかった。

§ 6. まとめ

今回の試験結果をまとめると次のようになる。

- ①シートジョイントの接着力は、ローラーの転圧荷重に比例して増加するが、ある一定の荷重を越えるとその差は無くなる。
- ②断熱材の厚み変化によるシートジョイントの接着力は、断熱材の厚みが増すに従ってわずかであるが低下する傾向を示す。しかしその値は、断熱材のない場合の接着力と大差ない。
- ③断熱材の目地付近にシートジョイントがあった場合の接着力は、目地のない部分と比べ約10%の性能低下があると考えた方がよい。
- ④施工3日後の接着力は、施工直後に比べ10~20%向上する。
- ⑤加硫ゴム系と非加硫ゴム系のシートジョイントの接着力は、試験結果の絶対値では加硫ゴム系の方が大きいですが、物性自体の相違を考えるとその差は全く問題とならない。
- ⑥止水性をより確保するため、シートジョイント間にテープ状シーリング材を挿入し、ジョイント部の水密性向上を図った(Y法)が、断熱材が軟らかいため十分な転圧力をかけられず、一部に空気を巻き込み接着不良個所が生じた。  
この方法は、シーリング材の材質選定、及び形状の工夫、ジョイント部の挿入位置など再検討すべき点が多い。
- ⑦各条件下でテスト張りしたシートジョイント部を加熱試験したが、接着状態に関する異常は認められなかった。

以上のことから、シート防水による露出断熱防水工法を施工する場合の注意点として、次のようなことがあげられる。

露出断熱シート防水における施工上の注意点

- ①シートジョイント部が断熱材目地と重なった場合、目地に5mmを越える隙間や段差が生じると、シートジョイントに接着不良個所が発生することがあるので、断熱材の敷き込みには、万全の注意を払うこと。これを避けるためには断熱材目地に布テープなどを張るなど施工面での工夫が必要である。
- ②断熱材が4枚突きつけとなる部分では、どうしても段差ができやすく、また、ポリエチレン系発泡体の断熱材は、切断した場合、切り口が不揃いとなるので、断熱材厚さが25mmを越えるときは、薄手の断熱材を2層張りとし、目地の欠陥を極力少なくすること。
- ③ポリエチレン系発泡体の断熱材は、製法上電子線架橋

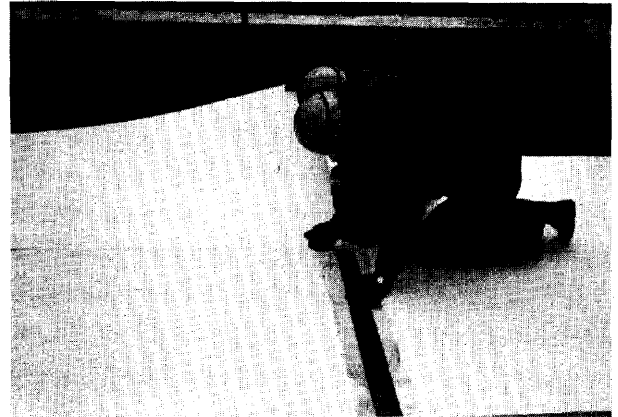


Photo3 断熱材(30mm厚さ)の張付施工

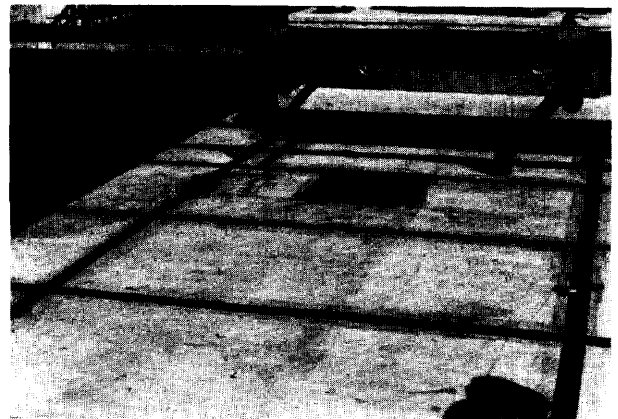


Photo4 断熱材張付け後ジョイント部目地テープ張り

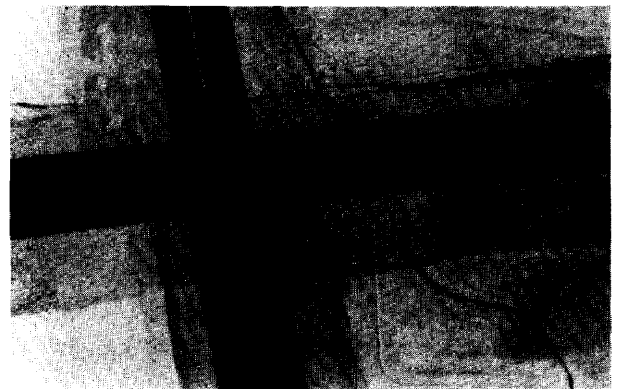


Photo5 断熱材ジョイント部

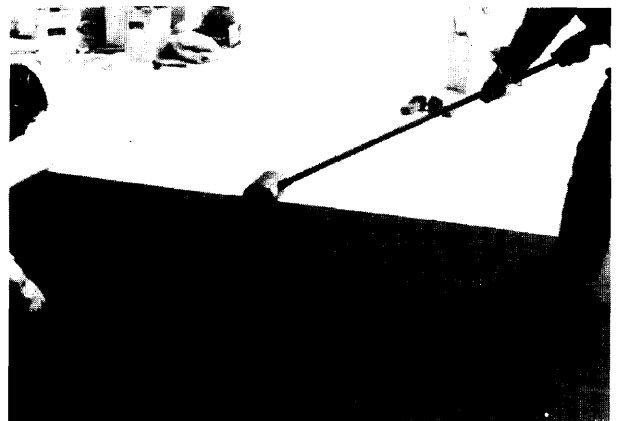


Photo6 断熱材とシートをローラーで転圧

タイプ (例: ソフトロン HT, トーレペフ) と化学架橋タイプ (例: フォームエース) とに分類できるが、電子線架橋タイプは、一般に表層が脆く、風の吹き上げによって防水層がむしり取られることも考えられるので、材料の選定には十分配慮すること。(あまり発泡倍率の高いものは選ばないこと)

- ④シート防水における接着剤は、溶剤を含んだ接着剤を使用するので、その管理には十分配慮すること。特に、断熱材の上で施工する場合、シートに静電気が帯電しやすいので、引火の危険が伴う。

### § 7. 終りに

シート防水による露出断熱防水工法において、厚みのある断熱材を使用する場合、以前から危惧されていたシートジョイント部の接着力低下は、この試験結果からそれほど大きなものではないことが判明した。しかし、施工条件によっては、接着力の低下を招く場合もあり、防水工事の使命を果すには、常に正しい施工法を心掛ける

必要がある。

今回の試験から、シートジョイント部で隙間や段差が生じた場合、長期間にわたる曝露によって、その部分がどう変化するか、更に断熱材の諸性能、その敷き込み方法など今後の検討課題も残っているが、一応満足できる工法であるという結論が得られた。

シート防水による露出断熱防水は、現在までかなりの実績をあげているが、今後の需要も益々増える傾向にあり、参考までに各メーカーの材料・工法一覧表を Table 8 に掲げたので参考にして頂きたい。

最後に、試験現場を御提供頂いた東京建築支店日本橋出張所及び御協力頂いた同柳原所長、山城主任、伊藤建材(株)、日東電工(株)、早川ゴム(株)の各位に、厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会 JASS-8 (防水工事)

Table8 現在市場化されている露出断熱防水工法材料一覧表

	下地用プライマー	下地/断熱材接着材	断熱材/シート用接着材	シート/シート用接着材	シート接合部処理	断熱材厚	断熱材用目地処理	立上り部断熱材	通用シート厚 (一般的)	仕上材
加硫系	日立電線株	日立防水シート	ハイプライマー (CR系溶剤)	ハイボンドRS (CR系溶剤)	ハイボンドRS (CR系溶剤)	ゴムテープ (ブチルゴム系)	発泡ポリエチレン	ナシ	1.2	ハイベントシルバー
	東洋ゴム株	トーロエキストラ	プライマーAD-12 (CR系溶剤)	アタボンドFAD-102 (CR系溶剤)	アタボンドAD-102 (CR系溶剤)	G-テープ (ブチルゴム系)	発泡ポリエチレン	製製ワスキングテープ	1.2	HTカラーシルバー
	シバタ工業株	エスシート	SPSプライマー (CR系溶剤)	SPSボンドA-30G (CR系溶剤)	SPSボンドJB-101 (ブチルゴム系)	SPSテープ (ブチルゴム系)	発泡ポリエチレン 15mm	ナシ	1.2	SPSトップコート
	三ツ星ベルト株	ネオルーフィング	ネオプライマー (CR系溶剤)	ネオボンドR (CR系溶剤)	ネオボンドR 110JS (ブチルゴム系)	ナシ	発泡ポリエチレン	ナシ	1.0, 1.2	ネオカラーシルバー
	日東電工株	ニトルーフ	ニトプライマーBR (CR系溶剤)	ニトボンドCR (CR系溶剤)	ニトボンドJR (ブチルゴム系)	カバーテープ (ブチルゴム系)	発泡ポリエチレン	ニトテープ #750 (ブチルゴム系)	1.2	ニトコートシルバー
	日本ゴム株	アキルーフィング	サンダイン #700 (CR系溶剤)	サンダイン #734S (CR系溶剤)	サンダイン #134S (CR系溶剤)	ラップテープ (EPT/ブチルゴム系)	発泡ポリエチレン	ゴムテープ (市販品)	1.2	サンカラーシルバー
	鐘紡合成化学株	ゴレックス	ベルプライマー (CR系溶剤)	KBK-95 (CR系溶剤)	KBK-95 (CR系溶剤)	GX-テープ (ブチルゴム系)	発泡ポリエチレン	ナシ	1.0, 1.2	HVコートGXカラーシルバー
	日立電線株	BビイナリP	ハイプライマー (CR系溶剤)	ハイボンドR (CR系溶剤)	工場熱融着	ハイボンドR (ブチルゴム系)	ゴムテープ (ブチルゴム系)	ナシ	1.2	ハイベントシルバー
	三ツ星ベルト株	ネオルーフィング	ネオプライマー (CR系溶剤)	ネオボンドR (CR系溶剤)	工場熱融着	ネオボンド 110JS (ブチルゴム系)	ナシ	ナシ	1.0	ネオカラーシルバー
	非加硫系	早川ゴム株	サンタックルーフ	プライマーSR-200 (CR系溶剤)	ボンド #7 (エポキシ系)	ボンドPB-50 (ブチルゴム系)	ナシ	発泡ポリエチレン 15mm以上	サンタックシーラー (ブチルテープ+有機)	2.0
小野田建材株		レジマット	レジマットプライマー (ブチルゴム系)	レジマットプライマー (ブチルゴム系)	レジマットプライマー (ブチルゴム系)	ナシ	発泡ポリエチレン	ナシ	2.0	シルバー
塩化ビニル樹脂系	ロンシール工業株	ロンルーフ	ロンバインダー (アクリルエマルジョン)	ロンセメントE (エポキシ系)	ロンセメントE (エポキシ系)	熱風溶着	発泡ポリエチレンパンCK	製製クレテープ	2.0	ナシ
	山出興産株	リベートルーフ	ナシ	YK-600	YK-500/YK-540	熱風溶着	発泡ポリエチレン	ナシ	2.0	ナシ
	簡中シート防水株	サンロイドDN	ナシ	塩ビ糊板 (ナイロンブラダ)	塩ビ糊板 (D.N.溶着剤)	D.N.溶着剤 (ネトラビドフロン)	DN-シーリング材 (ネトラビドフロン)	ナシ	1.3	ナシ

