ジオテキスタイル特集

不織布の土木建設への応用

永 野 豊

建設を建築分野にまで拡大して、そこで使用されている不織布の現状と将来について、簡単に述べる。

ただし、建築におけるカーテン・カーペット・壁材等のインテリアは除外する。

1. 建築防水

1.1 戸建住宅

白川郷の合掌作りのように、急勾配の屋根に厚い茅の層で葺く方法が、日本の古来からの屋根葺きの方法である。

これに続くのが、瓦葺きのように、屋根葺材と下葺材からなる構造で、屋根葺材自体が防水性能を持っているが、隙間から浸み込んできた雨水を軒に流してやるための下葺材にも一応の防水能(表面を流れ落ちれば良い)が要求される。

昔は下葺材としてのコケラ(柿)板(桧、杉など薄く剥いたもの)の上に直接、またはその上に薄い粘土層(葺き土=なじみ粘土)を置いて、屋根葺材の瓦を載せていたが重量が大きくなり耐震性に難があった。

大正年間以降はラグ原紙と呼ばれる厚手の紙にアスファルトを含浸させたアスファルトフェルト・アスファルトルーフィングを使用するようになり、防水性能は向上した。

しかし、洋風化、省エネのため家屋の構造も気密化するにともない、屋根にも完全防水の要求が高まり、一部のプレハブメーカーでは棟・軒先・コーナー部分など水漏れの発生しやすい所には、不織布を使ったルーフィングが採用され始めている。さらに、耐久性向上が叫ばれセンチュリーハウス(百年間は保つ家)構想も出ており、屋根葺材、家屋構造とのカミではあるが、下葺材の高級化が必須となってくる。すでに、JASS 12号の改正により下葺材として使用されるフ

ェルト・ルーフィング材の最低重量が、17 kg / 巻から22 kg / 巻となった。

一体となって使用される防水材(通常はアスファルト)の性能に左右されるところ大であるが、不織布がこの分野に伸びていく可能性は大きいと思う。

この場合、ルーフィング材として要求される性能は、
等方性

耐踏抜き性・耐引裂性

ある程度の厚み

釘孔の復元性(釘打ち後、釘孔部分が縮み水密性が回復する)

(防水材の含浸性)○防水性

1.2 一般建築防水

防水には次の3つの機能が要求される。

水密性: 材料の選択は当然のこととして、防水層の完全な連続性が必要で、防水層の厚さ・接合方法が大切である。

耐久性・耐候性: ビルなどの屋上の相当外気温は、+80℃〜-30℃にもなりこの温度範囲で安定な物性が要求される。また防水性能の保証期間も年々長くなる傾向にあり、100年保証という例もある。

伸縮性: コンクリート自体が温度により伸縮するだけでなく、最近の建築の構造が剛構造から柔構造に変わっており防水下地の変動に防水層は追従していかなければならない。

ビル・マンション・工場などの一般建築の防水方法は、大きく分けて次の4つの方法がある。各々の市場の大きさは昭和61年1月に発表された防水工法実態調査によれば表1のとおりである。

この表では施工 m^2 数とシェアが一致していないが、各々の調査機関が独自に行なったため数値に整合性がないため、シェアは市場で一般にいわれている数値を採用

Nonwovens in Architecture and Civil Engineering

筆者紹介 YUTAKA NAGANO, TOYOBO SPUNBOND INC., 東洋紡スパンボンド(株)営業部, 副部長

筆者は、不織布のジオテキスタイルへの応用が専門である。溶融紡糸・乾式紡糸に関する理論的研究で昭和44年高分子学会賞を受賞。趣味はパソコン、ジョギング、園芸。

本稿では著者の豊富な経験をもとに不織布の土木建築用材料への応用例が書かれている。

表1 防水工法別の市場の大きさ

	昭和59年の市場	調査機関	シェア
アスファルト防水	44,565千m ² /年	アスファルト ルーフィング工業会	60%
シート防水	19,844 "	合成高分子 ルーフィング工業会	25%
塗膜防水 (ウレタン塗膜防水)	10,880 "	日本ウレタン 建材工業会	10%
その他防水 (ステンレス・銅板等)	5,000 "	(推定値)	5%

した。防水の市場の大きさは約80,000千m²/年といわれている。

霞ヶ関ビルを皮切りに超高層ビル時代に突入したわけだが、上で述べた防水の3つの機能に対する要求は増々高度化していくため、日本建築学会では昭和47年10月建築工事標準仕様書・同解説 JASS(Japanese Architectural Standard Specification 日本建築学会標準仕様) 8防水工事を制定し対応を計り昭和61年3月には第3版¹⁾へと改定された。各々について簡単に述べる。

1) アスファルト防水は工法から次の2つに分類できる。

熱工法：溶融した熱いアスファルトを撒き出し、それを防水層兼接着剤としてアスファルトルーフィングを貼っていく。

長所は歴史と信頼性、短所は臭い、熱、技術と経験(後継者難)。

JASS8号の制定を受け昭和52年には JISでもストレッチルーフィングが制定され59年に改定された。

冷(常温)工法：まだ JIS 化はされていないが、昭和59年、住宅都市整備公団のマンション補修に採用されるなど、熱工法の欠点をカバー²⁾するだけでなく、下地の変形挙動・出隅入隅が多いといった最近の建築様式にマッチした工法として近い将来 JIS 化がなされるであろう。

この工法の特長は、防水材にゴム化アスファルト(またはポリマー改質アスファルト)を使用し、それ自体の自着性を利用するかまたは接着剤を併用して常温で防水工事が行なえることである。

基布としては、ある程度の厚みと伸び、等方性が必要であるから、一般には不織布が用いられている。

2) 塗膜防水に使用される材料には、ウレタンゴム系、アクリルゴム系、クロロプレン系、アクリル樹脂系、ゴムアスファルト系の5種類があるが、主流をなすのはウレタンゴム系で、塗膜防水材料のおよそ70%と思われる。

一般論としては塗膜防水層には補強布を敷込むことが望ましいといわれている³⁾が、その理由は次の通りである。

① 施工中 塗膜厚の現場管理の目安、下地の不連続部の橋渡し、勾配面での一回塗布量を多くできる。

② 硬化途中 硬化途中に下地の変形等により、塗膜にクビレ等の残留歪みが生ずると耐久性で問題が生ずる。補強布は下地の動きを軽減する。

③ 硬化後 補強材として働く。剛性が大きくしかも伸びの大きな材料が望ましい。

い。

補強布としては、ガラス織物、寒冷紗、不織布が使用されている。

3) シート防水、ステンレス防水等では不織布はあまり使用されていない。しかし JIS A6009-1983 基布その他のを積層した合成高分子ルーフィングには、材料、製造方法及び形状の項に“…シート状に成形した基材に、織布、不織布、フィルム、シートなどの材料を積層し、…”とあるため不織布が用いられていないわけではないが、建築防水より次に述べる土木防水で塩ビ、ゴムシートとともに盛んに使用されている。

建築防水での事故・故障例のトップは“ふくれ”現象である。この対策としては

- ① 下地と防水層の接着を強固にする。
- ② 防水層に縦弾性係数の大きな材料を使用する。
- ③ 脱気対策を採る。

この脱気層として各工法に共通に不織布が使用されることもある。

2. 建築での不織布のその他の使用方法

現在、開発中または少しずつ使用され始めた段階ではあるが、

2.1 外壁材

壁紙と同様に使用する。不織布の表面にタイル等の無機材料を工場で貼着加工をし、現場では下地に接着するだけで良い。建物のリフォームが注目されている現在、外壁の簡便化粧法+防水層としての機能を持つこのような商品が期待される。

2.2 ドレーン材

最近是一般住宅でも地下・半地下の構造を持つ家が多くなり、しかも地下水位の高い場所でもそのような構造の家を造らなければならないときには、ドレーン(排水)に十分の考慮を払う必要がある。

従来このような場合には、栗石のような天然骨材を使用していたが、良質の天然骨材の品不足、急施工・簡便施工の目的で不織布およびその複合体が使用される例が増えてきている。

2.3 その他

養生シート、吹付塗装時の飛散防止シート等に使われているが省略する。

3. 土木防水

土木とは築土構木の略で、大きくは築土すなわち道路堤防を作る場合と、構木すなわち橋梁高架といった土木構造物を作る場合の2つに大別できる。

築土の場合には、防水というよりも土中水のコントロールすなわち排水、止水、遮水の程度と組合わせを、どのような工法でどの程度までやるか、が問題で予算と必要とされる構造物の強度で決定される。

構木の場合には、止水、遮水の差はあっても防水をして構造物を水の害(湿気、錆、漏・出水)から守るのが目的で、築土の場合より選択の範囲はいくぶん狭い。

表2は我々素人から見て、上にいくほど建築っぽく、下にくるほど土木っぽくまとめてみた。すなわち上にいくほど防水は必須であるが、下にくると防水するかわりに排水や土層分離といった他の工法でも代替可能である。

建築防水と土木防水の目的に本質的な差があるはずはないが、一般に土木防水の場合には出水・風・下地の凹凸といった作業環境の悪いことと出来上った構造物が居住空間ではないため、一滴の漏水も許さないといったシビアさは一般には求められない(廃棄物処理池、ダムといった例外も多い)。

この分野で使用される防水材料の主なもの、ゴム・塩ビシート、アスファルトマット(アスファルトルーフィング)、ゴムアス・水硬性ウレタン等の吹付防水材で、不織布は基布または保護材として使われる。

土木防水の必要な下地は、土木としては極めて丁寧に

整形されるが建築と異なり、施工面積が広いこと、施工条件が一般には厳しいことから下地には突起物が残っていたり、施工中および施工後にかなり大きな変形が予想されたり、施工中および施工後に重機の運行・重量物の落下といったことが予想されたりするため、一般に防水層を厚くし保護・補強のために厚手の不織布を使用する。不織布に要求される性能は、

- ① 厚いこと：衝撃の吸収・排水性に有効である。
- ② 等方性であること。
- ③ 伸びが大きく剛性が高いこと：破断エネルギーが大きいことが望ましい。ただし、初期ヤング率は小さく下地に沿いやすく、ある伸び率以上では剛性が高い方がより望ましいと考えられる。
- ④ 作業性・耐久性に優れていること。

4. 土 木

ジオテキスタイルという言葉の定着とともに現時点では実績以上に注目を浴び過ぎている観が無きにしもあらず、であるが諸外国の動向からも近い将来、日本でも実質の伴った用途に成長していくであろう。

ジオテキスタイルとして用いられる不織布に要求される、後に述べる物性上のこと以外に、①軽く取扱いが容易であること、②いつでも、どこでも大量に入手できること、③現場でのツナギ・補修が簡単であること、④安価であること、⑤人畜無害で耐久性に秀れていること、が大切である。

構造物として見た場合の土の欠点は次のとおりである。

- ① 物性が一定していない。
- ② 伸び・セン断に弱い。
- ③ 水とともに粒子が移動する。

④ 含水比とともに強度が変化しある含水比以上になると急激に強度が弱くなる。

ジオテキスタイルはこれらの欠点をカバーするために土との複合材料として、土と一体となって働くもので、テキスタイルとして単独ではどのように秀れた物性を持っていても、複合体として使い勝手の悪いものはジオテキスタイルとしては不合格である。またこれをカバーする工法の開発が優先する。

使用場所、使用工法と要求機能、ジオテキスタイルの特性との関係

工法から要求される機能とジオテキスタイルの特性との関係は次のとおりである⁵⁾。

表2 土木防水の分類

用 途	規 制	対 象
高架(鉄道・道路)	有り	工法指定
橋梁	有り(本四架橋公団) ⁴⁾	物性指定
地下鉄	有り(営団に準ずる)	火・溶媒は使用禁止
共同溝	地下鉄に準ずるが緩い	地域・工法により差
トンネル	工法による	NATMはゴム・塩ビ
廃棄物処理池	有り(地域差)	工法・材料指定
ダム	無し	工法指定
溜池・貯水池	無し	工法指定
ケソン目地	無し	ゴムマットのみ?
道路クラック防止	無し	工法指定
堰堤・堤防(表面)	無し	工法指定
同上(内部=刃金)	無し	工法指定
鉄道軌道下	有り	物性指定
護床工・消波工等のブロック下	無し	工法指定
排水路・用水路	無し	(アスファルト・マット等)
盛土・畦畔法面保護	無し	工法指定

耐久性(全機能に共通)

以上のほかに保護、保温・養生、防草といった目的でも使用される。これらの機能は単独で働く場合もまれにはあるが、ほとんどの場合はいくつかの機能が結び付いて一つの工法となる。

使用場所、使用工法と要求機能を結び付けると表3のようになる。

表3からも分るようにジオテキスタイルは諸特性を兼ね備えたシートであることが望ましいが、すべての機能を備えしかも安価であることはかなり困難なため、その

シートの特性、土質、土構造物の目的・形状、原地盤の状況、環境への影響等を考慮した工法の開発が重要である。ただし土木工事の90～95%は官公庁工事であり競争見積りによる入札が原則であるから、どのように優秀なシート・工法でも一社独占のものであれば非常に採用しにくい。ジオテキスタイルを伸ばすためには、企業エゴを排し業界全体で取り組むだけでなく官・学・民の協力体制の整備が必要である。

文 献

- 1) 「建築工事標準仕様書・同解説 JASS8防水工事」；日本建築学会
- 2) 「防水ジャーナル」；1983年12月 p.46
- 3) 小池迪夫著：「入門 建築の防水」，ゴムアスファルト防水工事業協同組合企画
- 4) 「本州四国連絡橋 橋面舗装基準(案)」；本州四国連絡橋公団
- 5) 工学院大学講演会；1984年10月，Dr. J.M.Rigo, Universite de Liege

(昭和61年11月6日受理)

表3 土木用途と必要機能との関係

場 所	使 用 工 法	排 水	濾 過	分 離	補 強	そ の 他
河 川	連節ブロック、張りブロック、蛇籠工等の堤体土砂吸出し防止		◎			
	護床工、根固工等における河床洗掘防止		○	◎	○	
港 湾 漁 港	捨石マウンド護岸における埋立土砂流出防止		◎	○		
	消波工、根固工等における土砂洗掘防止		○	◎	○	
ダム・溜池・調整池 廃棄物処理場	張りブロック工、堤体土砂吸出し防止		◎			
	防水護岸における遮水層の保護	○				◎
道 路	軟弱地盤上における盛土安定処理	○	○	◎	◎	
	路床置き換え等における土層分離	○		◎	◎	
	大盛土及び土捨場等における盛土安定処理	◎			◎	
	歩道、自転車道等における防草処理			○		◎
農 地	クラック抑制処理				◎	
	用・排水路工における柵渠護岸、矢板護岸、U字溝等の土砂吸出し防止		◎			
	畦畔災害復旧工事の盛土安定処理	◎			◎	
宅地造成・文教施設	軟弱地盤上の農道、用排水路、パイプライン等の安定処理	○		○	◎	
	切り盛土用地造成の盛土安定処理	◎			◎	
	軟弱地盤上における盛土安定処理	○	○	◎	◎	
鉄 道	グラウンド造成等における排水向上処理	◎		◎		
	噴泥防止工(透水濾過シート工法)	◎		◎	◎	
	線増工事(パイルネット工法)仮線土工等の軟弱地盤処理	○		◎	◎	
	排水ブランケットの土砂フィルター	○	◎			
	盛土における層厚管理材及び水平ドレーン処理	◎			◎	
そ の 他	フォーメーション防草工事					◎
	法枠工、自在枠工等における土砂流出防止		◎			
	暗渠フィルター		◎			
	送電鉄塔下部及び、駐車場等の防草処理					◎
	垂直ドレーン	◎	○			◎