

防水材料の耐候性試験 その5 1

ヒステリシスロスを利用した高伸長形ウレタン防水材の劣化評価 その2

防水材料 耐候性 屋外暴露
ウレタン 高伸長 ヒステリシスロス

正会員 ○宇都木崇*1 正会員 清水市郎*3
正会員 中山俊昭*1 正会員 松村 宇*4
正会員 鈴木 博*1 正会員 高根由充*5
正会員 竹本喜昭*2 正会員 田中享二*6

1.はじめに

防水材料促進耐候性試験方法小委員会では、2002年から防水材料の屋外暴露試験と促進暴露試験を、同じ材料により同時並行で開始した。屋外暴露試験は3年目、7年目に試験体の回収・評価を行い、次回は15年目(2017年)に行う計画である。

前報「ヒステリシスロスを利用した高伸長形ウレタン防水材の劣化評価その1」では、3試験体(C-1, C-2及びC-3)ともH1値は暴露年数が長いほど上昇し、経年で粘性が増大する傾向にあることを示した。但し屋外暴露7年までのHn値の変化が小さいことから、ウレタン防水層内部はブランクの状態を維持していることが示唆された。

繰り返し伸縮させ一定となったヒステリシスロスをHnと定義しており、このHn値が得られるヒステリシス曲線が示す応力は、何度伸縮させても変化しない貯蔵された弾性力を示していると考えられる。ウレタン防水層が経年により劣化した場合、この貯蔵された弾性力は低下するものと予想される。そこで本報告では、Hn値が得られるヒステリシス曲線の最大応力値に着目し検討した結果について報告する。

2.評価に使用した屋外暴露試験体

2.1 試験体の種類

試験体として用いたのは、高伸長形ウレタンの手塗りタイプであり、平均膜厚を3mmとした。またトップコートによる耐久性の差を確認する目的で、試験体はトップコート有り(トップコートはアクリルウレタン系及びフッ素系の2種類)及び無しの場合3種類とした。トップコートの塗布量は0.2kg/m²とした。屋外暴露試験体一覧を表1に示す。

表1 屋外暴露試験体一覧

ウレタン防水材		トップコート	1	2	3
			なし	アクリルウレタン	フッ素
C	高伸長形手塗りタイプ	ブランク	C-1-0	C-2-0	C-3-0
		3年暴露	C-1-3	C-2-3	C-3-3
		7年暴露	C-1-7	C-2-7	C-3-7

2.2 試験体形状

縦300mm, 横300mmの試験体を、ステンレスベルトでコンクリート舗道板に機械的に固定したものを屋外で暴露した。

2.3 屋外暴露地域

今回のヒステリシスロス評価法には、宮古島暴露試験体

を用いた。

3.引張試験によるヒステリシスロス評価

3.1 測定方法

試験は、試験片を一定の速さで引張り、かつ、一定の速さで元へ戻した。これを1サイクルとした。

試験片は、ダンベル状3号形を用い、引張速さは0.83±0.08mm/s, 引張長さ(伸度)は10mmとした。引張速さは、JIS K7312を参考に表2からヒステリシスロスが最小となる速度を設定した。引張長さ(伸度)は、JIS K7312を参考に弾性変形領域内で、トップコートの塑性変形、または破断が起きない長さを設定した。

表2 引張速さとヒステリシスロスの関係

引張速さ(mm/s)	0.17	0.50	0.83	1.17	1.67
ヒステリシスロス(%)	42	19	16	16	30

ヒステリシスロス率は、次の式によって、算出した。

$$H = ((A - B) / A) \times 100$$

H: ヒステリシスロス率 (%)

Hn: サイクル数 n 回後に一定となったヒステリシスロス率 (%) を示し、3 回同じとなるまで繰り返す。これは弾性変形領域内において限りなく粘性の影響を排除したことを意味し、繰返し伸縮させても残存する粘性を示す。

※サイクル数1回の場合、H1と表記する。

※同試験片にて繰返し試験する場合、弛みがないよう、毎回試験片を付け直した。

A: 塗膜変形時の荷重-伸度曲線の面積

B: 塗膜回復時の荷重-伸度曲線の面積

最大応力保持率は、次の式によって、算出した。

$$Gn = (Mn / Ln) \times 100$$

Gn: 最大応力保持率 (%)

※Hn 値が得られるヒステリシス曲線の最大応力値(伸度10mm)における経年での保持率を示す。

Ln: ブランクの最大応力値 (N/mm²)

Mn: 暴露後の最大応力値 (N/mm²)

※Ln, Mn とも Hn 値が得られるヒステリシス曲線における最大応力値を示す。

3.2 測定結果及び考察

1) Hnが得られるヒステリシス曲線の最大応力保持率

図1にC-1の各暴露年数の応力変化を示す。

繰返し伸縮させ、ヒステリシスロス率が安定した際のヒステリシス曲線を示している。伸度 10mm での最大応力値は、暴露年数が長いほど低下した。これは、徐々に劣化していることを示していると考えられる。

表 3 に各暴露試験片の Gn 値の経年変化を示す。

3 試験体 (C-1, C-2 及び C-3) とも暴露年数が長いほど Gn 値は低下した。またトップコート無し C-1 の Gn 値はトップコート有り C-2, C-3 より大きく低下した。

Gn 値は、貯蔵された弾性力の保持率と考えられるため、経年による貯蔵された弾性力の低下は、徐々に劣化していることを示していると考えられる。

2) 3 試験体 (C-1, C-2 及び C-3) の外観評価

図 2 に 3 試験体の表面及び断面写真を示す。

C-1 は屋外暴露 3 年及び屋外暴露 7 年で表面にひび割れが確認された。表面のひび割れ深さを断面写真で確認すると、表層から約 50 μ m であることが確認できた。C-2, C-3 とも C-1 で見られたような表面のひび割れは確認できず、断面写真からもトップコートが残っており、ウレタン層に異常は見られなかった。

前報 (ヒステリシスロスを利用した高伸長形ウレタン防水材の劣化評価その 1) で報告した通り、3 試験体とも経年による Hn 値に大きな変化は見られなかった。したがって、前報及び外観評価からウレタン防水層は全体が均一に劣化するのではなく、少なくとも一部 (暴露面) は劣化しているが、ウレタン防水層内部のほとんどは劣化せず、ブランクに近い状態で維持されている可能性が考えられる。

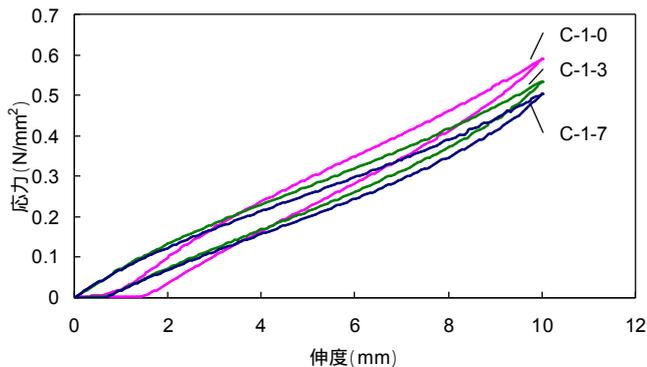


図 1 Hn が得られるヒステリシス曲線の応力と伸度の関係

表 3 Gn 値の経年変化

暴露年数 (年)	C-1	C-2	C-3
	Gn (%)	Gn (%)	Gn (%)
0	100	100	100
3	90	97	98
7	85	92	92

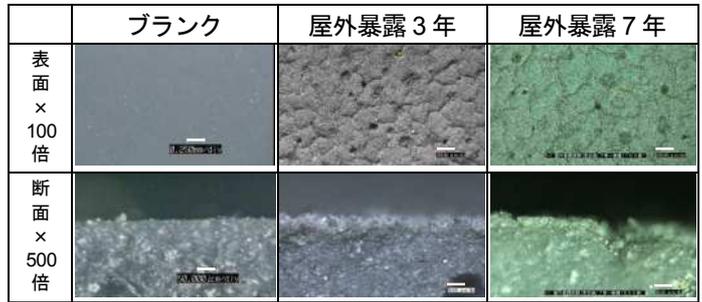


図 2.1 屋外暴露試験体 C-1 の表面及び断面写真

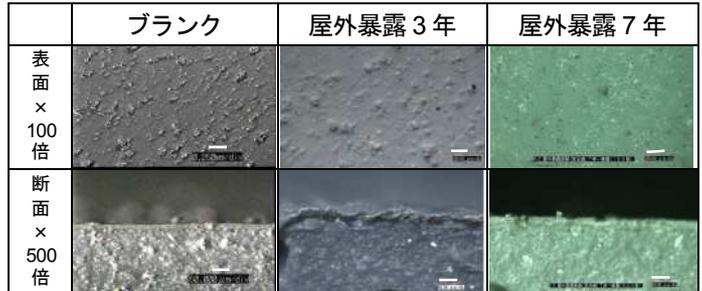


図 2.2 屋外暴露試験体 C-2 の表面及び断面写真

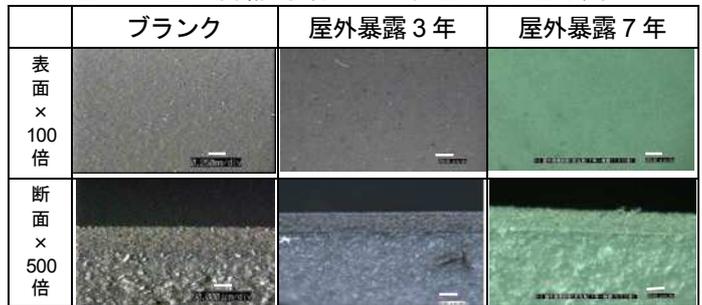


図 2.3 屋外暴露試験体 C-3 の表面及び断面写真

4.まとめ

Gn 値は、貯蔵された弾性力の保持率と考えられ、経年による Gn 値の低下は、ウレタン防水層の劣化の進行を示唆している。Gn の数値の大きさがウレタン防水層の劣化状態とどのような相関関係にあるか、今後も継続して検討していく。

前報及び外観評価の結果から次のことが予想される。暴露面の表層のみが劣化し、ウレタン防水層内部はあまり劣化せずブランクに近い状態で残っていると仮定した場合、Hn 値はブランクに近い値となることが予想される。屋外暴露 7 年ではまだ大きな変化が写真からも見られないことから、継続して防水層の劣化と Hn 値の関係を追跡していきたい。

旭川及び銚子暴露試験体についても今後評価していく。

(参考文献)

防水材料の耐候性試験その 50 (2013 年, 中山俊昭・鈴木博・竹本喜昭・清水市郎・松村宇・高根由充・田中享二)

*1 日本ウレタン建材工業会

*2 清水建設 技術研究所 博士 (工学)

*3 建材試験センター 中央試験所

*4 北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所

*5 日本ウェザリングテストセンター銚子試験場 博士 (工学)

*6 東京工業大学名誉教授 工博

*1 Japan Urethane Waterproofing Industry Association.

*2 Shimizu Corporation, Institute of Technology. Dr. Eng.

*3 Japan Testing Center for Construction Materials, Central Test Laboratory.

*4 Hokkaido Research Organization, Northern Regional Building Research Institute.

*5 Japan Weathering Test Center, Choshi test field. Dr. Eng.

*6 Emeritus professor of Tokyo Institute of Technology. Dr. Eng.