

アスファルト防水の性能評価（その2）
 - 下地亀裂追従性と張り付け材の粘弾性について -

アスファルト防水層 せん断接着 粘弾性
 下地亀裂追従性

正会員 富井 正隆* 正会員 中沢 裕二*
 正会員 七牟禮博幸* 正会員 深川 信二*
 正会員 野尻 博行* 正会員 星野 隆*
 正会員 工藤 勝*

1. はじめに

アスファルトルーフィング工業会（略称：ARK）では2007年からルーフィング類の下地亀裂追従性及び張り付け材である防水工用アスファルトおよび粘着材のせん断接着強度を検証し、積層防水の効果確認を目的として各種試験を実施している。

本報では、前報（「アスファルト防水の性能評価」（2008年））に引き続いて、単層防水における下地亀裂追従性と、張り付け材の粘弾性およびせん断接着力を関連付けて詳細な解析を行った。アスファルト系材料は高い感温性を有する粘弾性特性を考慮する必要があり、温度および下地亀裂の拡大速度と下地亀裂追従性の関連性について検証結果を報告する。

2. 試験

2-1. 単層での下地亀裂追従性

ルーフィング類：アスファルトルーフィング 1500、ストレッチルーフィング 1000、改質アスファルトルーフィングシート非露出複層用、部分粘着層付改質アスファルトルーフィングシート
 アスファルト：防水工用アスファルト3種 1kg/m²
 試験条件：つかみ間隔 300mm 温度 10、0、20、60
 引張速度：0.5、10、100、500mm/min n=3

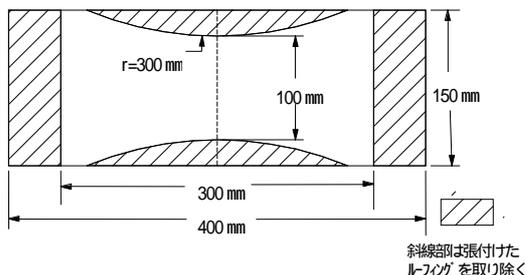


図1. 試験体：関西電力下地亀裂追従性試験形状準拠

2-2. 動的粘弾性測定

試験装置：粘弾性測定装置 Physica MCR 101
 試験体：防水工用アスファルト3種、粘着材
 試験条件：温度 20、0、20、40、60
 測定周波数：0.05Hz～50Hz

2-3. ルーフィング類の機械的強度特性

ルーフィング類：アスファルトルーフィング 1500、ストレッチルーフィング 1000、改質アスファルトルーフィングシート非露出複層用、部分粘着層付改質アスファルトルーフィングシート
 試験条件：つかみ間隔 100mm 温度-10、0、20、60
 引張速度 0.5、10、100、500 mm/min
 n=5

3. 試験結果および解析

3-1. 下地亀裂追従性試験

せん断接着は測定温度が高くなるにつれ、強度は低下傾向にある。また引張速度が速いほど強度は増加する。

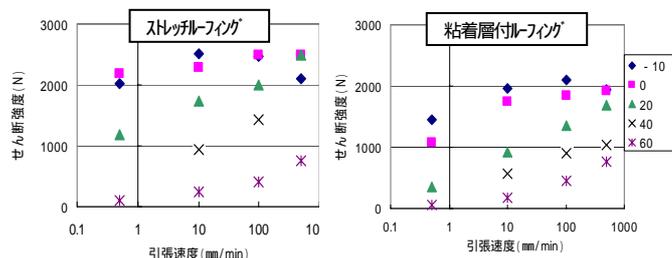


図2. せん断強度と引張速度の関係

図2において、引張速度を温度 - 時間換算則による移動係数を使用して、各曲線が重なり合うようにプロットすると図3の合成曲線を得ることが出来る。

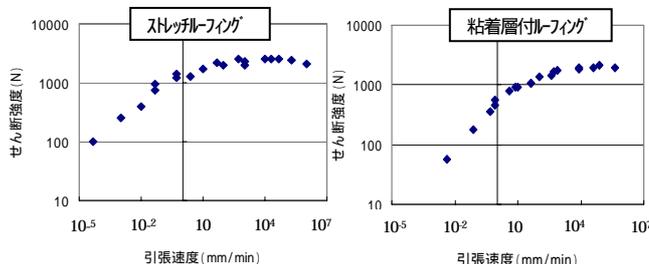


図3. 下地亀裂のせん断強度と引張速度の関係（基準温度：20）

温度 - 時間換算則によりプロット変換すると、広範囲にわたる引張速度に対して、せん断強度の挙動を把握することが可能となる。粘着層付ルーフィングは工用アスファルト3種で張り付けたストレッチルーフィング1000に比べ、より速い速度においても柔軟な接着性状を示している。

3-2. 動的粘弾性測定

粘弾性測定から得られた結果を図4に示す。

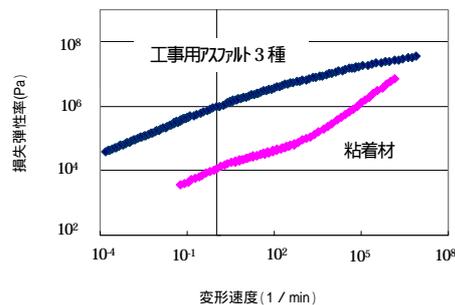


図4. 貼り付け材における損失弾性率と変形速度の関係（基準温度：20）

工用アスファルト3種と比較すると粘着材は、同一の変形速度において損失弾性率は低い値を示しており、張り付け材としての損失弾性率が異なることがわかる。

4. 考察

図3で得た下地亀裂のせん断強度の結果に対して、建物屋上環境下で想定される温度範囲は-5 ~ 60 であると報告^{1, 2)}されているので、-10 ~ 60 の温度範囲における引張速度とせん断強度の関係を図5、6に示す。

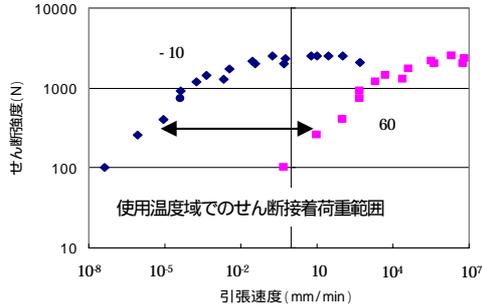


図5. 工用アスファルト3種のせん断接着強度と引張速度の関係 (-10 ~ 60 範囲)

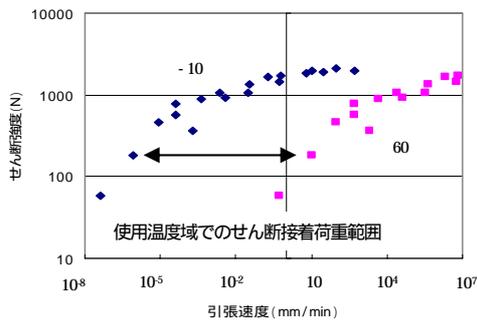


図6. 粘着材のせん断接着強度と引張速度の関係 (-10 ~ 60 範囲)

防水工用アスファルト3種および粘着材は使用温度範囲(-10~60)において変動幅が広く、感温性が高いことが読み取れる。

屋根スラブにおいて、防水層は下地コンクリート亀裂(1.0~2.0mm程度)のほか、下地不連続部分でムーブメントによる疲労を受ける。そのムーブメントの大きさに関して、PCa板ならびにALCパネルの接合部に生ずると予想される大きさとして2.5~5.0mm³⁾としている。防水層の下地ジョイントの拡大幅を5.0mmとすれば、ズレ変形はジョイントの両側で2.5mmとなる。張り付け材の厚みを1mmと想定して、ジョイントが拡大する時間を正午から日没までの6時間と考えれば、せん断速度は 6.9×10^{-3} mm/minとなる。実際の屋根スラブ上では急激なジョイント拡大を及ぼす因子(地震や強風による建物の変動等)も考慮する必要があるが、貼り付け材の粘弾性挙動を検証する一つの指針となり得ると思われる。

アスファルト防水層の下地亀裂特性は、下地ジョイントが拡大した場合、アスファルトに発生するせん断力を介して力が伝播され、ルーフィングに引張力が生ずる。そこで、図7、8に下地亀裂追従性試験のデータと粘弾性試験、引張試験の強度データを重ね合わせたグラフを示す。図7、8において、3者のデータが交差するポイント(印)から下地亀裂現象が変化しており、このポイントより左側の引張速度が遅い場合には“貼り付け材のズレ”が生じ、右側では“ルーフィングの伸び、破断”や“貼り付け材の破壊”が生じている。先にも述べたが、屋根スラブにおけるムーブメントのせん断速度は $6.9 \times$

10^{-3} mm/minであることを目安とし、温度および急激なジョイント拡大を及ぼす因子を検証することにより、防水層としての必要最低限の機械的特性を検証できるものとする。

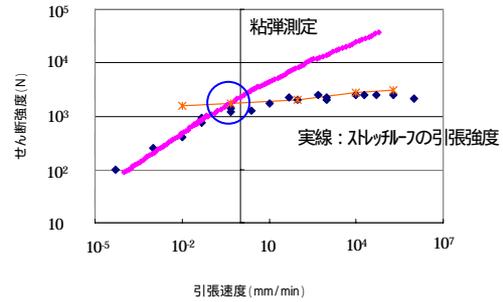


図7. 工用アスファルトの下地亀裂追従性および粘弾性、引張試験の関係(基準温度: 20)

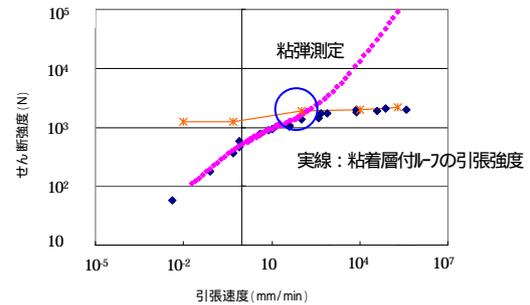


図8. 粘着材の下地亀裂追従性および粘弾性、引張試験の関係(基準温度: 20)

5. まとめ

- 温度 - 時間換算則によりプロット変換することで、広範囲にわたる引張速度に対して、せん断強度の挙動を把握することができ、使用温度領域におけるせん断強度の判断が可能となった。
- 下地亀裂追従性と粘弾性および引張試験を重ね合わせることで、単層防水層(貼り付け材とルーフィングの組合せ)としての挙動を解明する一つの指標となりうる。
- 工用アスファルト3種と粘着材では張り付け材としての弾性率が異なることがわかり、下地亀裂の破壊現象も“貼り付け材のズレ”から破壊挙動が変わる引張速度は、粘着材は高速度側であり、張り付け材としての粘弾性特性が異なる。

6. 今後の課題

本報では積層防水を評価する上での基盤となる単層防水層の評価分析を実施し解析を行なった。今後は単層防水の分析結果を応用し、積層防水における評価分析を実施していくとともに、防水層のムーブメントおよび温度範囲を考慮して必要最低限の機械的特性を検証していく。

【参考文献】

- 「断熱材を複合した防水層に関する基礎研究(その3)」日本建築学会大会学術講演梗概集(昭和52年10月)
- 「外断熱工法の研究(その1)」日本建築学会大会学術講演梗概集(昭和55年9月)
- (社)日本建築学会編;「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 8 防水工事」(2008年改訂)

* アスファルトルーフィング工業会

* Asphalt Roofing Manufacturers Association