

1) - 4 建築物の長寿命化に資する外壁目地の性能評価システムの開発【持続可能】

Study on development of evaluation system for the durability of sealed joints

(研究開発期間 平成 28~30 年度)

材料研究グループ 宮内 博之
Dept. of Building Materials and Components MIYAUCHI Hiroyuki

In this paper, a description of the sealant jointing product test device was given including information on its operation and results from its use in subjecting sealant products to fatigue resistance tests. The effect of curing condition and stress relaxation of sealants during joint movement were continuously monitored over the course of a daily cycle of compression-tension with the device's load cell. Also, the durability of sealed joints was verified with the use of the testing device.

[研究開発の目的及び経過]

シーリング目地は建築物の外装部材等の挙動、熱・紫外線・降雨等の気象環境など複合的な外力を受け、この目地に使用されるシーリング材には高い耐久性が要求される。これより本研究では、建物に負荷する気象外力や機械的なムーブメントを想定したシーリング目地を対象とした複合劣化試験装置の開発と試験を実施し、シーリング材の評価並びに目地性能を規定する技術を開発することを目的とした。具体的には、熱・ムーブメント等の複合劣化要因に対するシーリング材の耐久性を評価するための複合劣化試験方法の開発と試験の実施、及びシーリング目地に生じる外力の影響評価を行った。

[研究開発の内容]

1) 小型動的疲労試験装置

疲労試験装置には写真 1 に示す建築研究所で開発した複合劣化試験が可能な装置を用いた。本装置は疲労試験装置、荷重計測機器、PC により構成され、シーリング材の応力計測が可能である。表 1 に仕様を示す。

2) シーリング材と基本物性

シーリング材は、表 2 に示す 1 成分形変成シリコーン

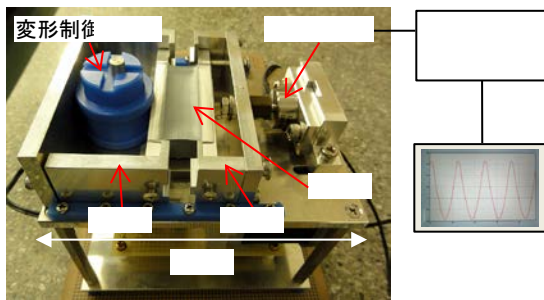


写真1 小型動的疲労試験装置

系シーリング材(MS-1)と2成分形変成シリコーン系シーリング材(MS-2)とした。試験体はISO型試験体としプライマーを塗布している。試験体養生はA養生(温度23±2℃、湿度50±5%)の条件とし、28日間養生した。

3) 疲労試験概要と計測方法

表3に疲労試験の概要を示す。圧縮と引張の目地変形率は目地幅に対して±20%とし、圧縮側から疲労試験を開始した。

[研究開発の結果]

1) シーリング材の粘弾性特性

図1に疲労変形1回目のシーリング材の応力変化を示す。MS-1は最大圧縮応力が最大引張応力に対して2.2

表1 装置の仕様

項目	仕様
駆動源	減速機付モータ+ウォームギア
変位機構	カムの偏心運動による変位制御
変形モード	圧縮引張変形±1.2、2.4、3.6mm
変形周期	5cycle/分~1cycle/日(正弦波)
耐荷重	最大100N
荷重計測	引張圧縮用ロードセル(Max.200N)
使用環境	温度 -10~+50℃(モーター仕様依存)
電源	100V電源、もしくは電池(低負荷用)
他	寸法、重量 幅100×長さ135×高さ110mm

表2 引張試験結果と応力緩和率

シーリング材	M ₅₀ (N/mm ²)	T _{MAX} (N/mm ²)	E _{MAX} (%)	応力緩和率(%)
MS-1	0.06	0.25	579	68
MS-2	0.12	0.25	407	28

表3 疲労試験概要

試験体	シーリング材	変成シリコーン系(1成分形、2成分形)
試験体	試験体	W12×D12×L50mm(バックアップ材なし)
試験条件	変形量	圧縮引張変形±2.4mm(変形率±20%)
	周期, 回数	12秒(5cycle/分)、最大1万回
評価	目視観察	シーリング材表面(試験終了後裏面)観察
	荷重計測	引張圧縮用ロードセル+PC計測

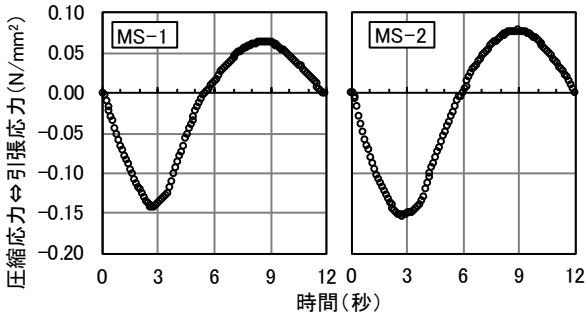


図1 疲労変形1回目のシーリング材の応力変化 (周期12秒)

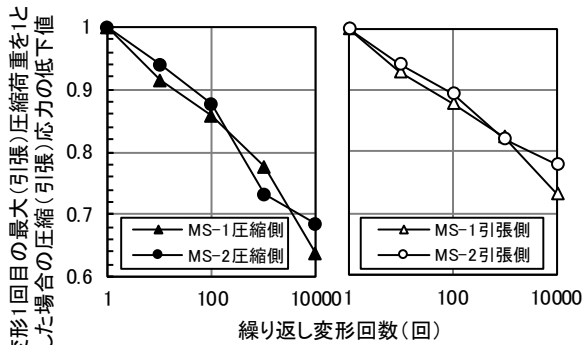


図2 応力比と疲労回数との関係 (周期12秒)

倍、MS-2 は 2 倍を示した。MS-2 は目地縮小から拡大に変化する変位量ゼロ地点で応力がゼロとなった。

2) 繰り返し変形に対するシーリング材の応力低下特性

変形 1 回目の最大圧縮応力もしくは最大引張応力を基準値 1 とし、変形繰返し時の発生応力との比を緩和応力比 (疲労応力比) とし求め、繰返し回数との関係を図 2 に示す。MS-1 と MS-2 とともに、圧縮側は引張側に比べて応力低下率が大きく、特に MS-1 で顕著である。

図 3 に疲労回数毎に目地縮小・拡大時の圧縮応力・引張応力の変化の履歴曲線を示す。MS-1、MS-2 とともに疲労初期において変位量と応力の位相差が大きく、材料比較では MS-1 が MS-2 に比べて大きく、目地変位の影響については圧縮側が引張側に比べて影響が大きい。これらを粘弾性の面からみると、MS-1 は MS-2 に比べ、粘性的性質が多く、弾性的性質が少ない性状と言える。しかし疲労回数が多くなるほど、その位相差は小さくなる。

3) 疲労周期の影響

表 4 に試験条件における試験日数と総ひずみエネルギーとの関係を示す。周期 12 秒は周期 1 日に比べて、試験日数が 1/10 であるが総ひずみエネルギーは 5 倍で試験を実施している。図 4 に疲労周期 12 秒と疲労周期 1 日の引張応力低下率を示す。MS-2 は、両周期における疲労回数 14 回目の引張応力低下率はほぼ同じ値である。これは、MS-2 の応力低下特性には、目地変形の繰り返し回数が支配的に影響を及ぼすものと考えられる。一方、

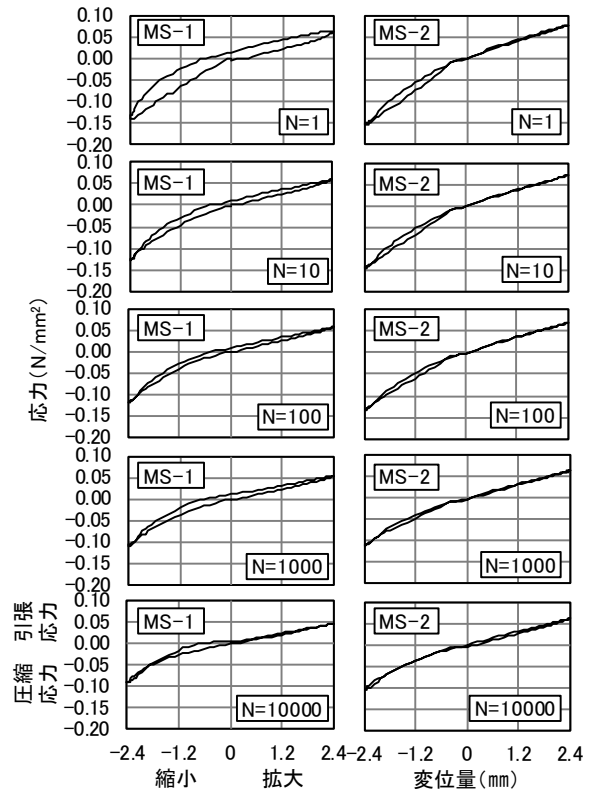


図3 変位量と応力の履歴曲線 (周期12秒)

表4 本研究で負荷した周期と最大疲労回数時の試験日数と歪エネルギーの関係

試験条件		日数(比)	総歪エネルギー
周期	疲労回数(比)		
12秒	10000(714倍)	1.4(1)	5倍
1日	14(1)	14(10倍)	1

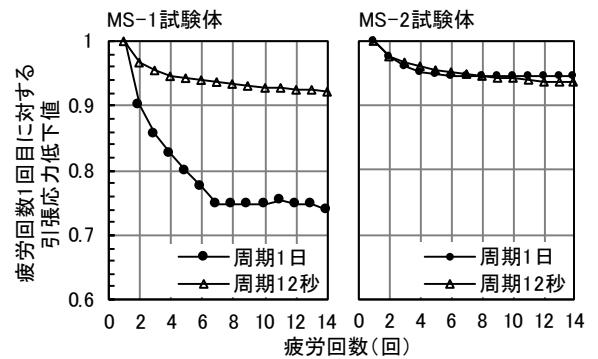


図4 疲労周期の違いによるシーリング材の荷重低下

MS-1 については MS-1 の応力低下特性には疲労負荷時間が支配的に影響を及ぼすものと推察される。

以上より、MS-2 は温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ の条件下で JIS A 1439 で規定されている 5~6 回/分の疲労周期による試験方法によって、実周期である 1 回/日の疲労の影響を負荷できているが、MS-1 は疲労周期の影響を考慮して疲労試験を実施する必要があると考えられる。