

シーリング材の剪断疲労に及ぼす断面形状の影響

正会員 ○ 宮内 博之*1
同 平居 孝之*2
同 田中 享二*3

1. はじめに

現実に施工されるシーリング材は、表面が直線であることは殆どなく、わずかな凹形状をもっている。これは、施工最終工程でのヘラによる押さえ仕上げ、あるいはシーリング材中に含まれる揮発成分等の散逸による体積減少等のためであるが、さらに裏面は円形のバックアップ材が挿入されることもあり、断面は凹形状となることが圧倒的に多い。

そこで、本報告では剪断疲労に対して、シーリング目地の断面形状が及ぼす影響について検討した。

2. 試験体の形状

図1に試験体の寸法と形状を示す。断面形状の目地幅は20mm、目地深さは13mm(形状係数2/3)とした。

断面の凹形状は楕円形を採用し、楕円方程式($X^2/(10\text{mm})^2 + Y^2/A^2 = 1$)を利用して、図2のように凹形状の深さを0mmから20mmまでの合計6種類を作成した

試料及び被着体は、シリーズIと同様のものを用いた。

3. 疲労試験の概要

疲労試験は、基本的には断面寸法の影響を調べる試験の場合と同様であるが、剪断ムーブメントの大きさについては、±60%、±80%、±100%の3段階とした。

4. 試験結果及び考察

(1) 亀裂の形態

このシリーズIIの試験でも、繰り返しの進行とともに亀裂が発生したが、断面形状によって亀裂形態が異なった。それらは写真1に示す3種類に大別された。すなわち、a: 亀裂が被着体近傍に発生し、そのまま被着体にそって平行に進行する形態、b-1: 目地の凹形状の中央部で発生し、そこからX状に進行する形態、b-2: 同じ

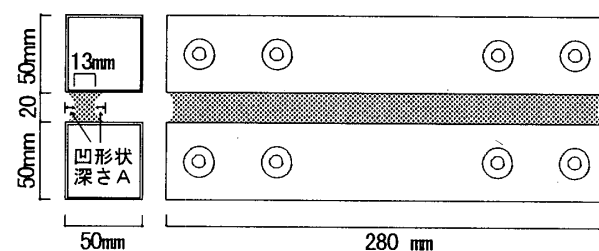


図1 断面形状を変数とした試験体

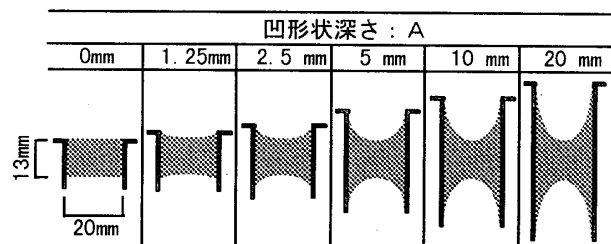


図2 試験体の凹形状深さと断面

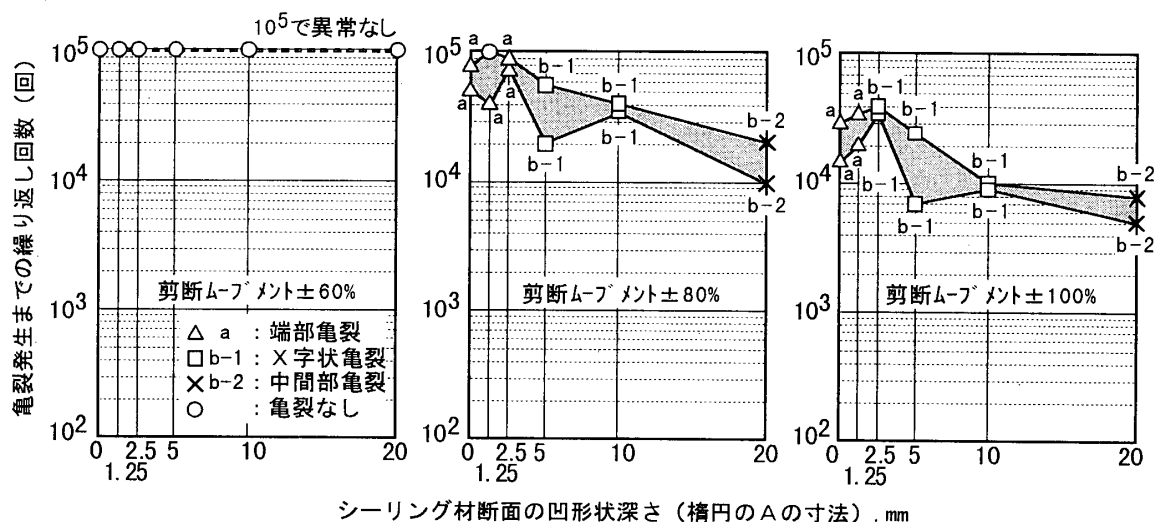


図3 シーリング材の亀裂発生までの繰り返し回数と断面の凹形状深さの関係

Effect of Cross Sectional Shape on Fatigue Resistance of Sealant by Shear Movement

MIYAUCHI Hiroyuki, TANAKA Kyoji, HIRAI Takayuki

く凹形状の中央部で発生するが、そのまま中央部にそって被着体に平行に進行する形態である。

(2) 剪断疲労に及ぼす凹形状の深さの影響

図3に凹形状の深さと亀裂発生までの繰り返し回数を示す。ムーブメント±60%の場合は、10万回繰り返しても亀裂の発生が見られなかったが、±80, ±100%の場合は凹形状が深くなると明らかに耐疲労性は低下している。ただし凹形状の浅い範囲では、それ程大きな差は見られていない。

(3) 亀裂形態と凹形状深さとの関係

同じく図3に亀裂の形態を記号で示した。凹形状が深くなるに従って、亀裂進行の形態は a → b-1 → b-2 へと変化した。

5. シーリング材の応力について

疲労試験結果より、断面形態によって応力状態が異なることが明らかになった。これを考察するためFEM解析により試料表面の応力分布を検討した。

5.1 解析の概要

解析モデルは図4に示すように、6面体20節点のアイソパラメトリック要素を用いた三次元モデルとし、剪断試験結果から引張応力度-歪関係にモデル化して静的弾性解析により計算を行った。検討箇所は、試験体中央部(目地一般部分)における表層部とした。

亀裂形状		
a: 端部	b-1: X字状	b-2: 中間部

写真1 剪断疲労試験による亀裂形状

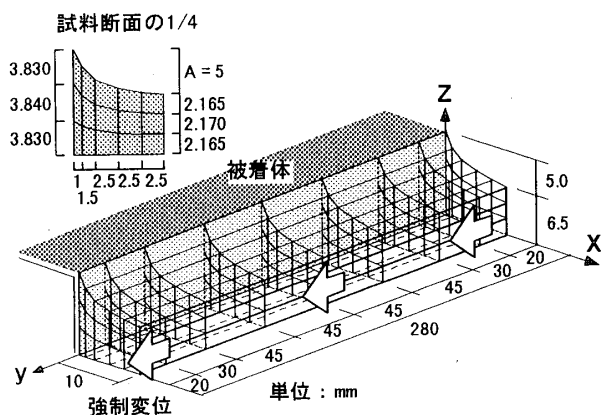


図4 解析モデルと要素の分割の例 (A=5mmのときの例)

5.2 計算結果および考察

図5に表層部における最大引張主応力度の分布を示す。凹形状深さの深い断面の場合は、応力が中央部分で著しく高くなり、中央部分から亀裂が発生しやすくなると考えられる。矩形断面もしくは凹形状の浅い場合では、被着体近傍で必ずしも応力レベルが高い訳ではないが、実際には被着体による端部拘束を受けながら変形の方法が交互に変えられるため疲労しやすく、その部分から亀裂が発生したものと考えられる。

6. おわりに

以上の剪断疲労試験及び解析の結果から耐疲労性の観点から望ましい断面形状は、矩形もしくは浅い凹形状であるといえる。

謝辞

試験体製作および実験には須田祐子氏(当時東京電機大学)の協力を得ました。心より謝意を表します。

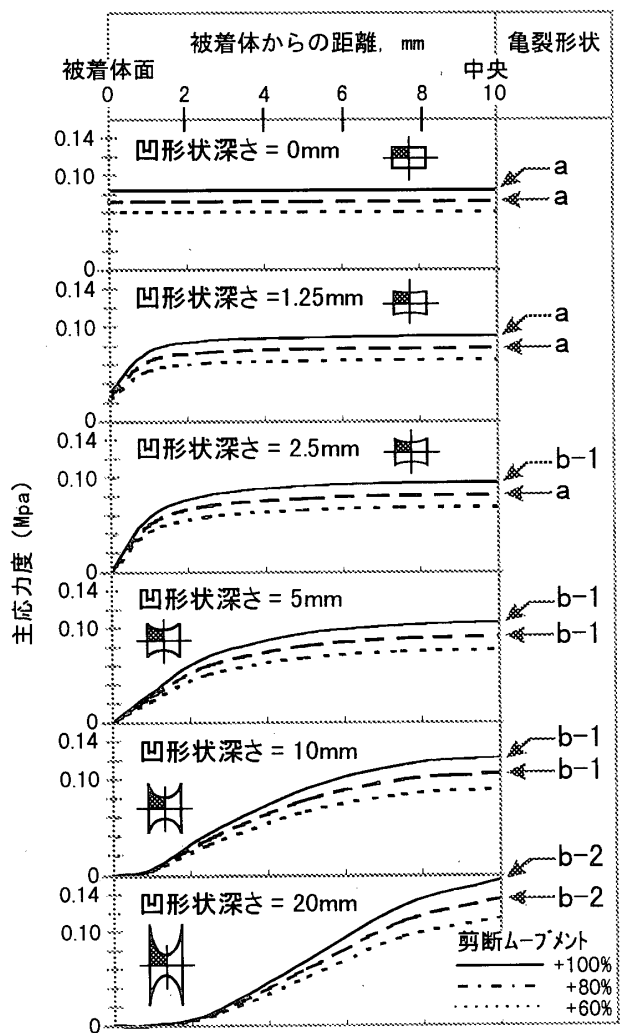


図5 各形状における表層部の応力度

*1 東京工業大学大学院生・工修

*2 大分大学工学部福祉環境工学科 教授・工博

*3 東京工業大学建築物理研究センター 教授・工博

Graduate School, Tokyo Institute of Technology,

Prof., Dept. of Human Welfare Engineering, Faculty of Eng., Oita Univ., Dr. Eng

Prof., Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng