

FRP 防水層の硬化過程に生ずる収縮力の測定

正会員 表 淳珠 1\*  
同 辻 修也 2\*\*  
同 田中 享二 3\*\*\*

不飽和ポリエステル樹脂 収縮力 液体  
FRP 防水材 硬化 固体

1. はじめに

前報<sup>(1)</sup>では FRP 防水層に用いられる不飽和ポリエステル樹脂に生じる収縮力を、液体状態から固体状態まで連続して測定する方法を開発した。本稿では、その開発した測定方法を用い、液体から固体へ硬化するまでの不飽和ポリエステル樹脂の硬化収縮挙動を明らかにすることを目的とする。

2. 収縮力の測定装置

2.1 測定装置

前報で開発した装置では浮かせる液体に水銀を使用したが、水銀は健康安全上に問題があるため、本稿では、重鉍物の分離に使用されている無害の重液である比重約 3.0 のメタタングステン酸ソーダ [  $3Na_2(WO_4 \cdot 9WO_3) \cdot H_2O$  ] を使用し、その上に樹脂と試験体枠を浮かせた。また、比重が水銀より小さいため、試験体枠も軽量とする必要があり、アクリル樹脂型枠 (比重約 1.6) を使用した。しかし、アクリル製の試験体枠は前報で使用したアルミニウム製の試験体枠よりも生じた収縮力によるひずみが大きくなり、試験体枠に反りが生じる恐れがあるので、断面積を大きくする必要がある。そこでいくつかの試作による検討を行い、試験体枠を図 1 のようにした。

3. 不飽和ポリエステル樹脂の収縮力の測定

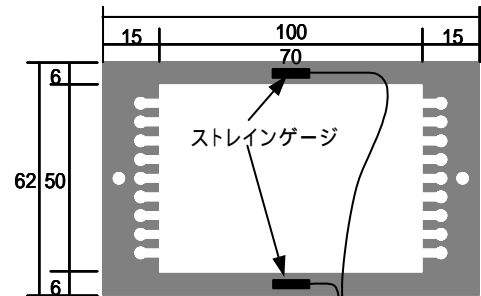
3.1 試料

試料には、反応性の異なる 3 種類の不飽和ポリエステル樹脂を用いた。硬化剤は、一般に不飽和ポリエステル樹脂に使用されるメチルエチルケトンパーオキシド (MEKPO55%) を用い、添加量は不飽和ポリエステル樹脂の重量に対し 1.0%とした。温度 20 で 28 日養生した資料の応力 - ひずみ曲線を図 2 に示す。

3.2 収縮力測定

3.2.1 測定方法

測定装置を図 3 に、測定状況を写真 1 に示す。測定は、まず 20 の恒温槽に測定装置を設置し、基剤と硬化剤を混合させ装置に流し込んだ直後から 1 時間ごとに収縮力が一定になるまで行った。なお、容器と試験体枠との間にグリースを塗布し、両者の接触を防止した。また、試験体枠内の両側面にもグリースを塗布し、液体との接触を避け、一軸方向の収縮力のみを測定を行った。硬化に伴い発生する収縮力は、試験体枠に貼り付けたゲージにより測定した。なお、この試験体枠に貼り付けたゲージ



(単位:mm) 図1 試験体枠 ひずみ計へ

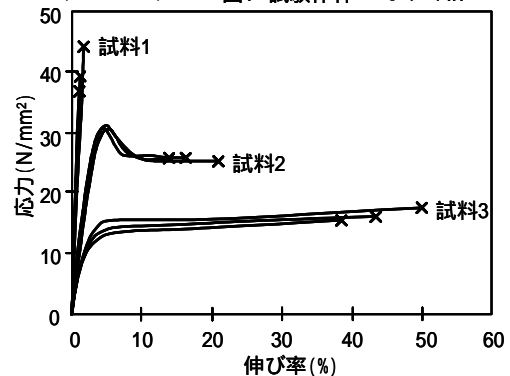


図2 硬化後不飽和ポリエステル樹脂試料の応力 - ひずみ曲線

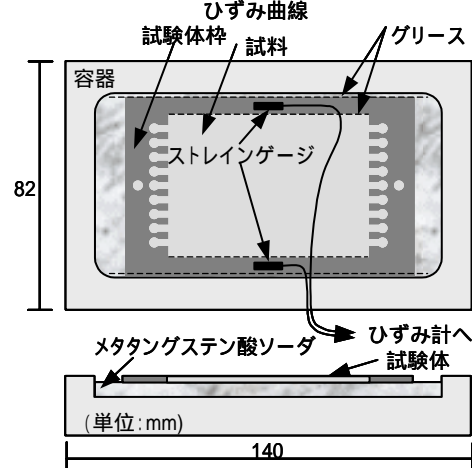


図3 測定装置

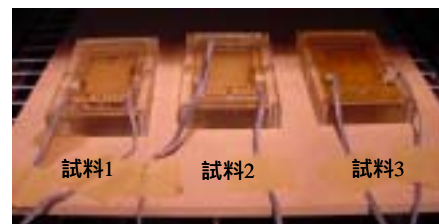


写真1 収縮力の測定状況

は各々の試験体枠ごとに実験前に圧縮荷重と出力の関係を実測しており、ひずみから収縮力を換算している。

### 3.2.2 測定結果及び考察

測定結果を図4に示す。基剤と硬化剤の混練開始後、1,2時間から収縮力が観測され始めた。収縮力の発生は、初期では著しいが時間の経過とともに緩慢となった。また、樹脂単体の収縮力は、各々の試料のヤング係数にほぼ比例し、収縮力の値が一定になる時間は樹脂の種類により異なった。

### 3.3 収縮量との関係

#### 3.3.1 測定方法

収縮量の測定は、収縮力の測定と同様に樹脂に対する下地からの拘束を除去して行う必要がある。そこで、図5に示すように、メタタングステン酸ソーダの上に試料を流し込んだ。測定は、この容器を温度20℃一定の恒温槽に設置し、1時間ごとに48時間まで行った。なお、容器の側面にはグリースを塗布し、試料が容器に接触するのを防止し、試料が一方にだけ収縮するようにした。

#### 3.3.2 測定結果及び考察

結果を写真2及び図6に示す。不飽和ポリエステル樹脂の収縮量は、試料の種類に関係なくほぼ同じ値を示した。そして、一般に収縮力は収縮量とヤング係数を用いて推測されるので、それに従い収縮力を求めた。その結果、収縮量から求めた収縮力は、開発した装置から得られた収縮力より過大に見積もられた。これは、硬化途中の応力緩和が考慮されていないためである。従って、収縮力評価にはこのような装置での実測が不可欠であると思われる。また、図6において、収縮量は、すべての試料において約17時間でほぼ一定になった。しかし、図4に見られる収縮力は17時間以降も増加し、試料ごとに収縮力が一定になる時間が異なった。これは、約17時間経過した樹脂はほぼ硬化しており、わずかな収縮量でも大きな収縮力が生じるためであると考えられる。すなわち、収縮力が完全に終了したかどうかの判断は、収縮量の測定より収縮力の測定の方がより感度よく知ることができると思われる。

## 4. 結論

- 1) 収縮力の発生は、初期に著しく、時間の経過とともに緩慢となることを示した。また、収縮力の大きさ及び収縮力が一定になる時間は樹脂種類により異なることを明らかにした。
- 2) 収縮力が完全に終了したかどうかの判断は、収縮量より、収縮力の実測による評価方法が、より感度よく知ることができることを示した。

[参考文献]

- 1) 辻 修也他:FRP複合防水層の下地不連続部分における耐疲労性能その2  
(日本建築学会大会学術講演梗概集 1992年8月)

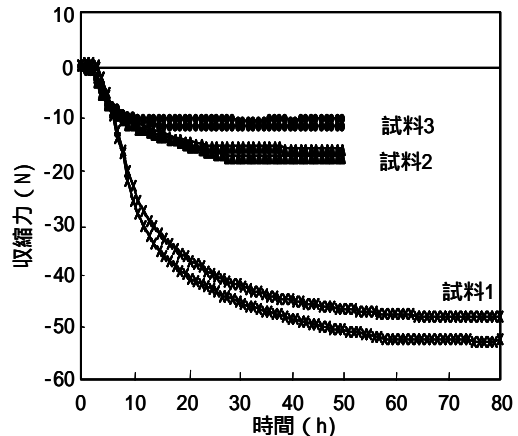


図4 樹脂の収縮力測定結果

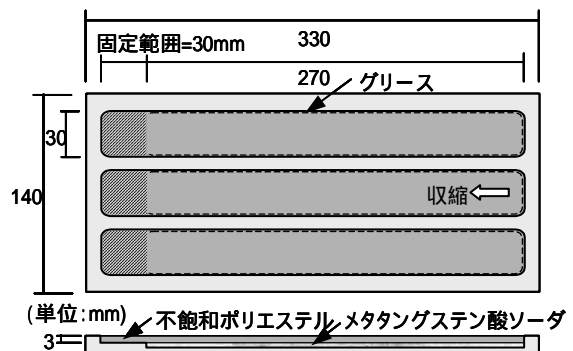


図5 収縮量測定装置



写真2 収縮量の測定結果

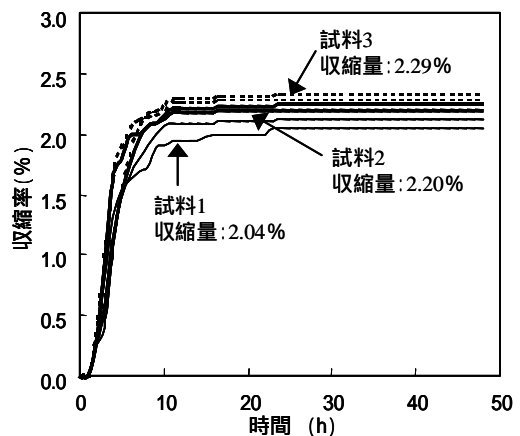


図6 樹脂の収縮力測定結果

\*東京工業大学 大学院生

\*\*双和化学産業(株)

\*\*\*東京工業大学建築物理研究センター 教授・工博

\*Graduate Student, Tokyo Institute of technology

\*\* SOUWA Chemical Industrial CO., LTD.

\*\*\*\* Prof., Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of technology, Dr. Eng.