

# 繊維補強発泡ウレタンのリサイクル材料に関するクリープ特性の研究

コンクリート研究室 宍戸 智史

指導教官 丸山 久一

## 1. 背景

近年、産業廃棄物の減量化やリサイクルの必要性が大きく叫ばれている。とりわけ建設副産物のリサイクルは、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」(通称：建設リサイクル法)の本格施行が始まり、取り組むべき喫緊のテーマになっている。

建設副産物は全産業廃棄物排出量の約 2 割を占め、全産業廃棄物最終処分量の約 3 割を占める。また縮減(焼却)は CO<sub>2</sub>を排出してしまい環境への負荷が大きく、再利用、再資源化することは重要である。

繊維補強発泡ウレタン(Fiber Reinforced Formed Urethane 以下、FFU)は木材とプラスチックの両方の特徴を兼ね備えた合成木材であり、鉄道施設、建築材料、受圧板などさまざまな用途に使用されている。

FFU は製造の際発生する端材など、年間で約 400 (t) の廃材が発生している。このうち、360 (t/年) は焼却し発生熱量を有効利用している。しかし、再利用に関しては、40 (t/年) と、まだまだ少ないのが現状である。

## 2. 目的

本研究は、FFU を粉碎しチップ状にしたものに MDI(ジフェニルメタンジソシアネート)樹脂を噴霧し、高温高圧下でプレスし再利用を行うものである。そこで、本研究に使用した供試体を R (Recycle)

FFU と呼ぶことにした。

現在考えている RFFU の用途には枕木、蓋、歩行板などがある。これらの用途に再利用するため、RFFU の基本物性として曲げ特性(静的曲げ強度と疲労強度)や耐候性試験を、材料の設計条件や供試体の寸法効果などについて検討を行っている。

RFFU の利用方法について、FFU の利用方法である枕木、蓋、歩行板以外の用途(例えば土木の用途など)にも展開することも考えており、RFFU の長期の曲げ特性であるクリープ特性についても考慮しなければならない。

本研究では、FFU 再利用の方法として、RFFU に荷重が持続荷重された場合の曲げクリープ限度について検討を行うことにした。

## 3. 実験概要

### 3.1 供試体

実験に用いた供試体の寸法は、L750 × W30 × T16 (mm) である。この寸法の供試体 8 本を用いて試験を行った。

### 3.2 試験方法

試験場所は恒温室(温度 20、湿度 60%)で行った。荷重方法は図-1 に示すように 3 点曲げ荷重で行い、荷重期間は 7 日間とした。

荷重する応力は図-2 に示すように、比重 - 曲げ強度の関係から検討した。そして応力比はクリープ限度を検討するために、ク

リープ破壊が起こる応力比を検討して、応力比を決定した（表-1）。

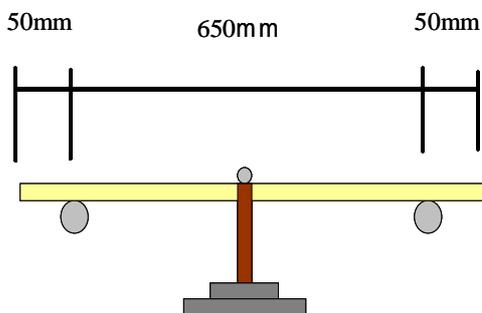


図-1 荷重方法

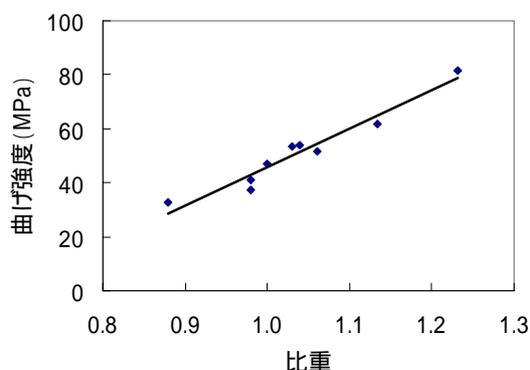


図-2 比重 - 曲げ強度の関係

表-1 応力比

応力比 (%)	供試体本数
60	1
50	2
35	3
20	2

### 3.3 試験結果

同じ応力比による試験結果を図-3(応力比 35%)、図-4(応力比 50%)に示す。

図-3 に示す応力比 35%で行った供試体 3 体のうち 1 体は所定の 7 日間荷重した。しかし、残りの 2 体は荷重直後、大きく変形し若干クリープ挙動を示したが、数十秒で破壊した。

図-4 に示す応力比 50%で行った供試体 2 体のうち 1 体は所定の 7 日間荷重した。し

かし、もう一方の供試体は荷重直後、クリープ挙動を示したが、約 4 時間で破壊した。

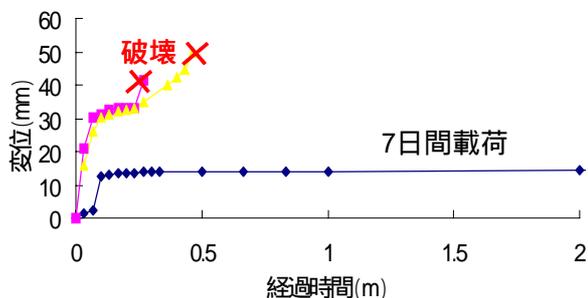


図-3 経過時間と変位の関係 (応力比 35%)

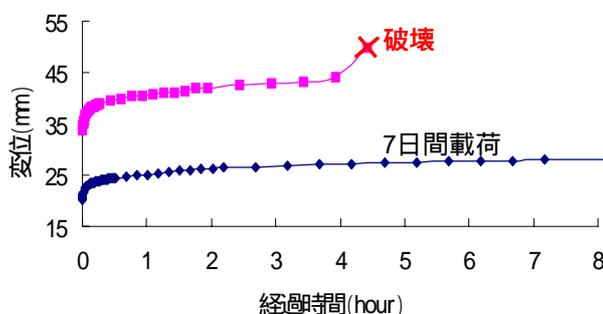


図-4 経過時間と変位の関係 (応力比 50%)

### 3.4 クリープ試験の検討結果

表-2 の試験結果より、RFFU のクリープ限度は 35%~60%と推定できる。しかし、3.3 の試験結果より同じ応力比にもかかわらず、破壊した供試体と破壊しなかった供試体に分かれた。この原因として、破壊した供試体はチップが十分に圧密されていないため、部分的に比重が低く強度が低下したと考えられるので、次に部分的な比重の検討を行うことにした。

表-2 試験結果

7日間荷重した供試体 応力比	試験中に破壊した供試体 応力比
50%	60%
35%	50%
20%	35%
20%	35%

#### 4. 部分的な比重の検討

供試体の部分的な比重を検討するために破壊した供試体を切断し(図-5)、それぞれの試験片の比重を求め、供試体の比重の分布図を作成し検討した。

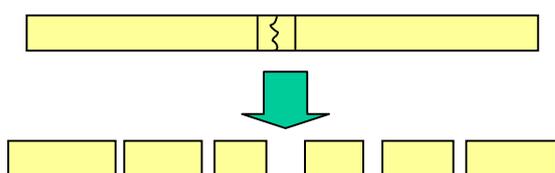


図-5 供試体切断図

図-6 に応力比 35%、図-7 に応力比 50%の供試体比重分布図を示す。横軸は供試体長さである。全長 750mm、破壊部分は荷点中央 375mm 部分である。縦軸は比重である。

応力比 35% (図-6) で行った供試体の比重分布を見ると、中心付近の比重に差があることが分かる。そして、低い比重の供試体 2 体が試験中に破壊した。つまり供試体中心付近の曲げモーメントが大きいところで強度が低下しているので、破壊が起こったと考えられる。

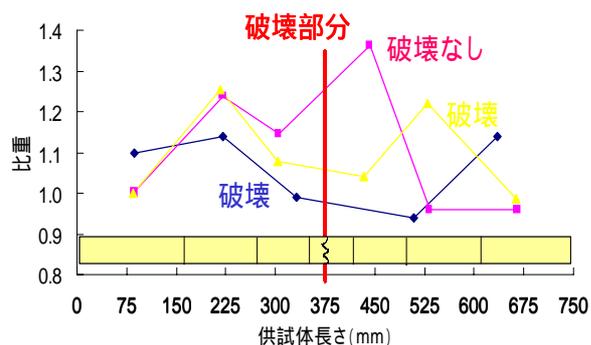


図-6 応力比 35%供試体比重分布図

応力比 50% (図-7) で行った供試体の比重分布を見ると、比較的比重は平均している。しかし、試験中に破壊した供試体と破壊しなかった供試体に分かれた。その原因は、供試体の部分的な比重の影響で破壊したのではなく、試験での荷重方法などによる影響で破壊したと考えられる。

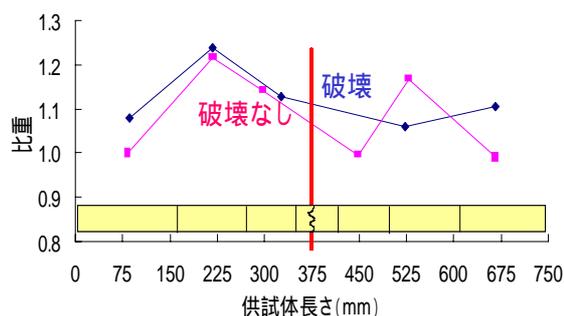


図-7 応力比 50%供試体比重分布図

応力比 35% (図-6) で行った供試体は比重の不均一性の影響があったので、破壊した供試体と破壊しなかった供試体に分かれたと考えられるので、次に試験前に測定した供試体全体の比重と供試体の破壊部分両側の試験片比重の平均をとって破壊部の比重とみなした比重(図-8)の比較を行った。

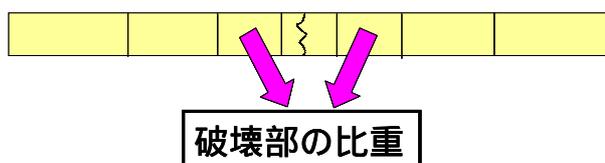


図-8 破壊部の比重

#### 5. 応力比 35%全体の比重と破壊部の比重の比較

図-8 より、破壊した供試体は破壊部分である荷点中央で比重が低下し、実際の応力よりも大きな応力を負担していると考えられるので、破壊部の比重から軸方向中央での応力比を再度検討することにした。

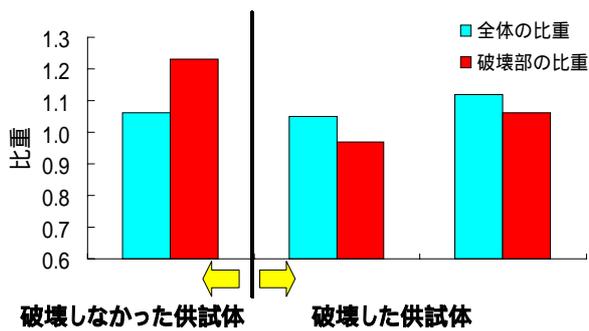


図-8 応力比 35%全体の比重と破壊部の比重の比較

## 6. 応力比の再検討

応力比 35%で行った供試体は図-8を見ても分かるように、試験中に破壊した供試体は破壊部の比重が試験前に測定した供試体全体の比重よりも低下しているため、破壊部の比重を用いて載荷点中央での応力比を検討した。その結果を表-3に示す。

応力比 35%で破壊した供試体 2 体の破壊部の比重を用いて再度応力比を検討した結果、破壊部分は 40%以上の応力比であることが分かった。

クリープ試験ではクリープ限度は 35%~60%と推定したが、この結果より、40%~60%と推定する。

表-3 応力比の再検

応力比	破壊部の応力比
35%	43%
35%	78%

## 7. まとめ

本研究より、以下の結果が得られた。

クリープ試験の結果、クリープ限度は 35% ~ 60%と推定

RFFU は比重の不均一性を生じる。その結果、応力比 35%で破壊した供試体 2 体の載荷点中央の応力比は 40%以上の応力比であることが分かった。

、の結果より、RFFU のクリープ限度は 40% ~ 60%の範囲と推定する。

## 参考文献

- 1) 国土交通省総合政策局：建設リサイクルの促進について
- 2) 積水化学：総合技術資料
- 3) 島津孝之、福原安洋、佐藤立美：鉄筋コンクリート構造、(株)森北出版、p.6
- 4) 大塚浩司、庄谷征美、外門正直、原忠勝 発行所：コンクリート工学、(株)朝倉書店、pp.123~124
- 5) 津野和男、大内雅博、秋元野泰輔、小島正男：鉄筋コンクリート施工法、(株)山海堂、pp.6~9 pp.48~51