

## 木質ボードの開口型モード破壊じん性値(第2報) 含有水分による木質ボードの破壊じん性値の変動

鈴木直之\*<sup>1</sup>・田畑暢子\*<sup>1,2</sup>

Fracture toughness of Wood-based composite boards in Opening Mode II  
Variation of fracture toughness of wood-based composite boards  
with moisture content

Naoyuki SUZUKI and Nobuko TABATA

Faculty Bioresources, Mie University, Tsu Mie 514 - 8507

### 要 旨

3種類のファイバーボード(インシュレーションボード、MDF、ハードボード)について含有水分が破壊じん性値に与える影響を調べた。コンパクト引張試験体の含水率を吸湿、吸水、脱湿、乾燥器による全乾の4通りの方法で変化させ、ASTMのコンパクト引張試験により破壊じん性値を測定した。インシュレーションボードでは破壊じん性値の低下率は吸湿の方が吸水より大きかったが、ハードボードではほとんど差はなかった。これらは、ボードの空隙率の違いで説明できる。吸湿の場合は含有水分が結合水としてすべてファイバーボードの膨潤に寄与しているのに対して、同一含水率における吸水の場合、空隙に自由水として含まれる水分は膨潤に直接関係しないため、吸湿の方が吸水より膨潤量が大きく、破壊じん性値の低下が大きかった。したがって、吸湿と吸水における破壊じん性値の低下率の差は空隙率の大きなインシュレーションボードで大きかった。どのボードにおいても気乾時の破壊じん性値が最も大きかった。

キーワード：ファイバーボード、破壊じん性値、含水率、膨潤

\*1 三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514 - 8507

\*2 現在：河芸建設(株) Kawage Kensetsu K.K., Age-gun, Mie 510-03

## ABSTRACT

The influence of contained water on the fracture toughness was investigated in three kinds of fiberboards (insulationboard, MDF and hardboard). Moisture content of compact tension specimens were varied by four methods; water-adsorption, water-absorption, water-desorption and oven-drying. Fracture toughness of these specimens were measured by ASTM compact tension test. The degree of decline of fracture toughness in water-adsorption were bigger than those in water-absorption in insulationboards, but the differences were not observed in the degree of decline of fracture toughness between in water-adsorption and in water-absorption in hardboards. These can be explained by the differences of void volume of boards. While all moisture contained in fiber-boards as bound water contributed to swelling of fiberboards in water-adsorption, some moisture contained in pores of fiberboards as free water did not contribute to swelling of fiberboards in water-absorption. As swelling of fiberboards in water-adsorption was bigger than that in water-absorption, reductions of fracture toughness of fiberboards in water-adsorption were bigger than those in water-absorption at the same moisture content. Accordingly, the differences of the degree of decline of fracture toughness were the biggest in insulationboards with large void volume. Fracture toughness of fiberboards were the largest in air-dry moisture content.

*Keywords : Fiberboard, Fracture toughness, Moisture content, Swelling*

## 1. 緒 言

前報(1)で、市販木質ボードの開口型モード破壊じん性値の測定を行った。その結果、木質ボードを構成しているエレメントの形状が破壊じん性値に影響を及ぼしており、同一のエレメントのボードでは比重と強い正の相関がみられるため、比重により破壊じん性値の予測が可能であることがわかった。木質ボードを実際に使用する場合、使用条件によっては吸水や吸湿などにより他の強度と同様に破壊じん性値も低下することが考えられる。そこで、本研究では、材質のばらつきの少ないファイバーボードを用いて種々の方法で含有水分を変化させ、含有水分がどのように破壊じん性値に影響を及ぼすかを調べた。

## 2. 実 験

### 2. 1 試験体

試験に供したファイバーボードは比重0.26のインシュレーションボード(IFB)、0.66の中比重ファイバーボード(MDF)、1.03のハードボード(HB)の3種類である。

試験体形状を図-1に示す。水分変化させることによる含水率傾斜を少なくするために寸法をできる限り小さくした。

### 2. 2 試験方法

以下の4通りの方法でボードの含水率を変化させた。

- a. 吸水；水中に浸せき
- b. 吸湿；水を入れたデシケーター中に放置
- c. 脱湿；シリカゲルを入れたデシケーター中に放置
- d. 全乾；恒温器で乾燥

含水率変化処理前後の試験体の重量および厚さを測定し、インストロン1000型万能試験機により毎分3mmのクロスヘッドスピードで引張破壊試験を行った。

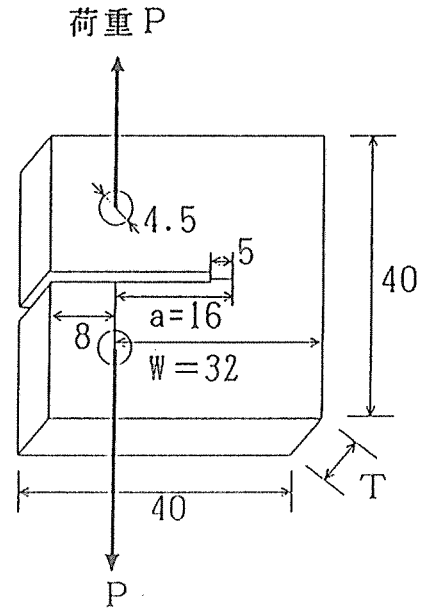


図-1 破壊じん性値測定用試験体  
T: IFB:15mm MDF:12mm HB:5mm

### 3. 結果および考察

試験体の含水率の増加にともない荷重-変位曲線に非線形部分が現れはじめた。そこで、5%less法(2)により線形性の検討を行った。この方法は図-2に示すように荷重-変位曲線の初期の線形部分に直線を引き、この傾きの95%の直線が荷重-変位曲線と交わったところの荷重を $P_5$ とした。(I)はぜい性破壊の場合で $P_5$ は存在しないので最大荷重 $P_{max}$ を破壊じん性値の算出に用いる。(II)は延性破壊の場合で最大荷重 $P_{max}$ と $P_5$ の比 $P_{max}/P_5$ が1.10より小さいとき $P_5$ を用いて破壊じん性値を算出する。この比が1に近いほど線形性が強い。(III)はポップイン現象を伴う場合の破壊である。木質ボードの破壊は(I)および(II)のタイプであった。図-3は比 $P_{max}/P_5$ と含水率との関係を示したものである。

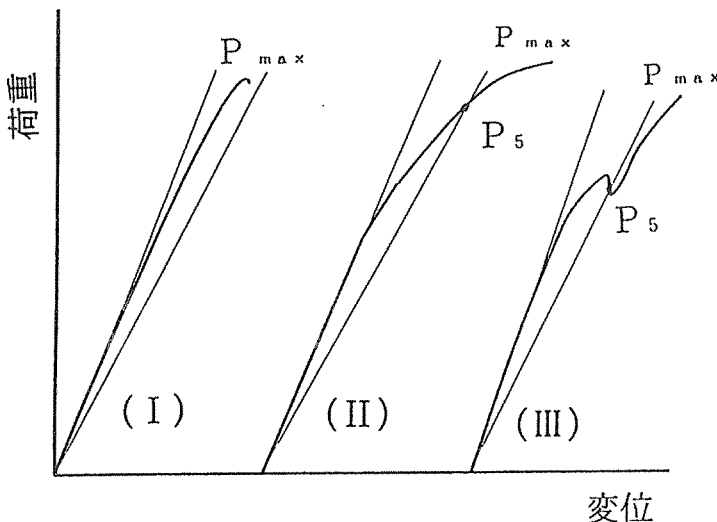


図-2 5% less法による非線形性の検出  
 $P_5$ ：初期の線形部分に接線を引き、この傾きの95%の直線が荷重-変位曲線と交わった所の荷重  
(I)：ぜい性破壊の荷重-変位曲線  
(II)：延性破壊の荷重-変位曲線  
(III)：ポップイン現象を伴う場合の荷重-変位曲線

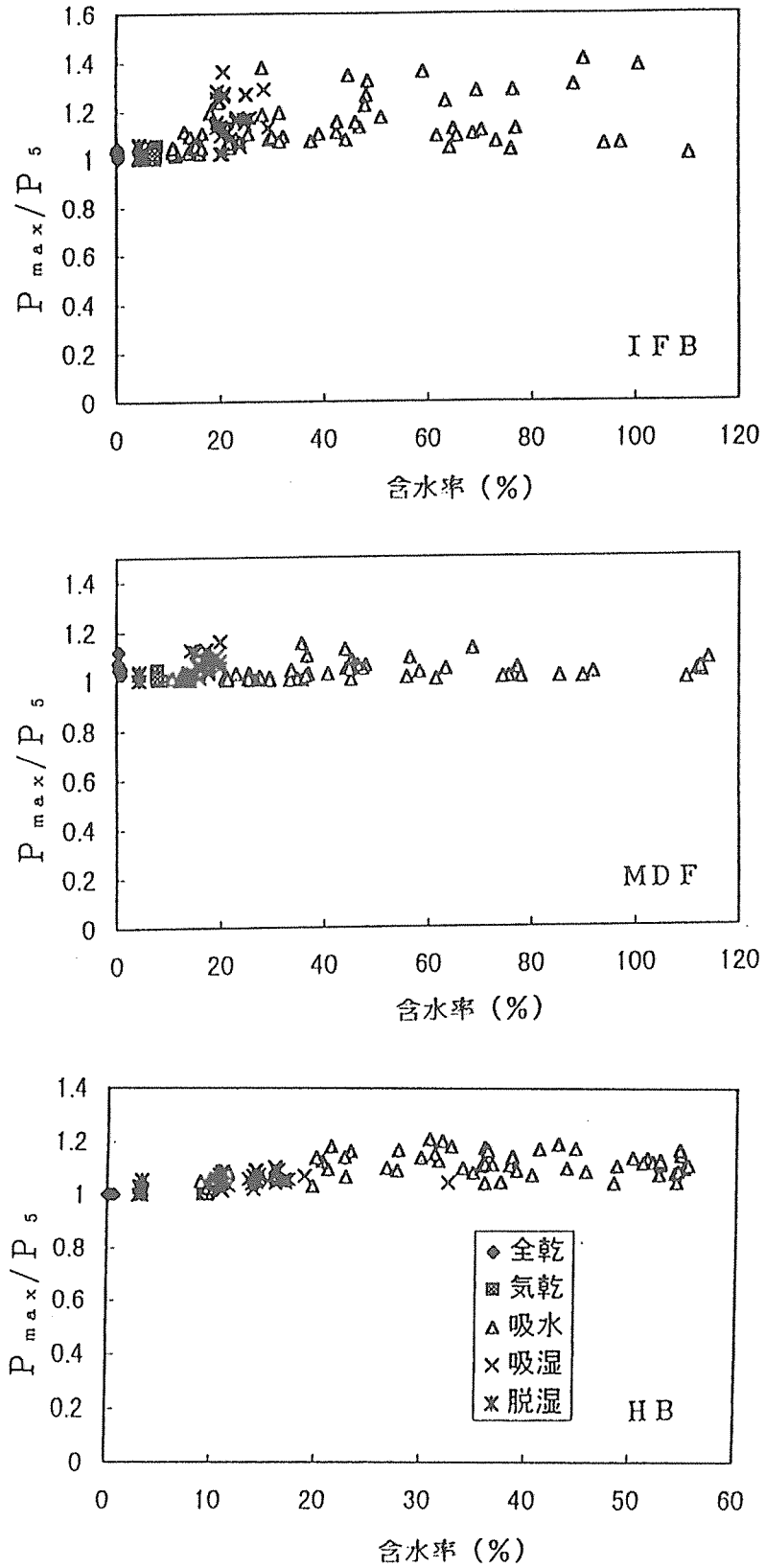


図-3 荷重-変位曲線の線形性の含水率による変動

$P_5$ : 5%less 法により求めた破壊じん性値算出  
荷重 (図-2 参照)

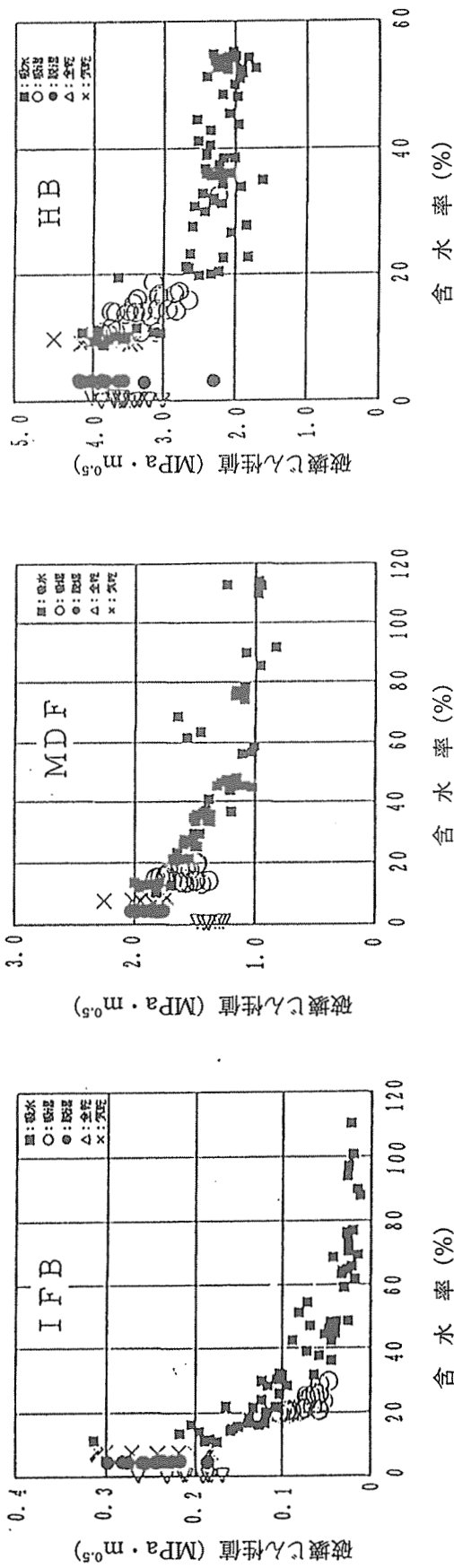


図-4 3種類のファイバーボードの含水率と破壊じん性値との関係

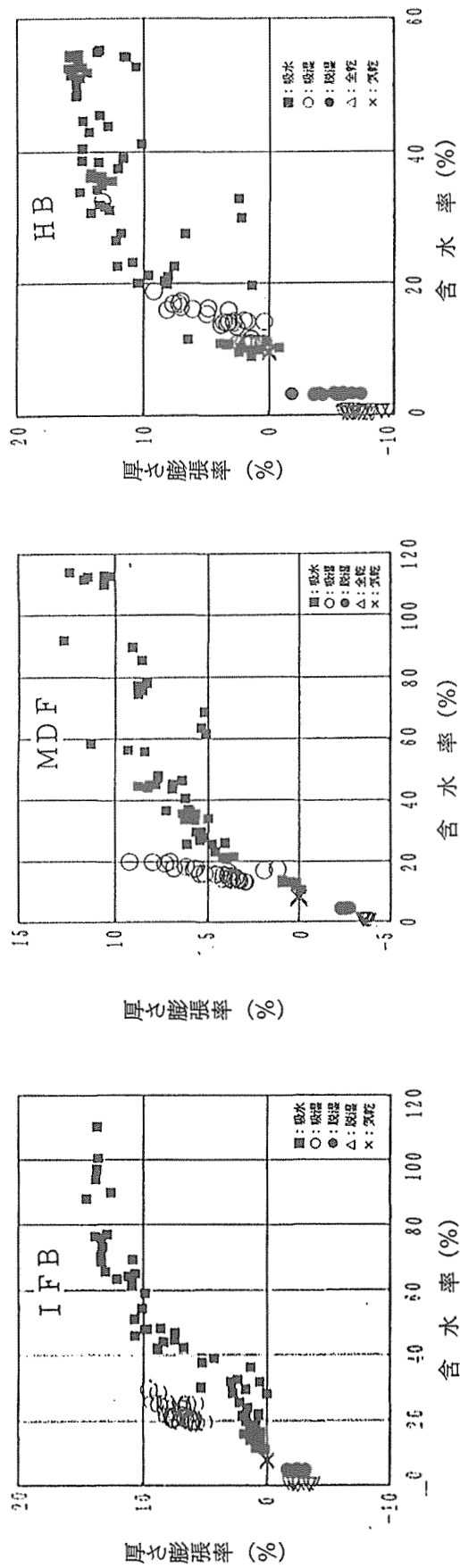


図-5 3種類のファイバーボードの含水率と厚さ膨張率との関係

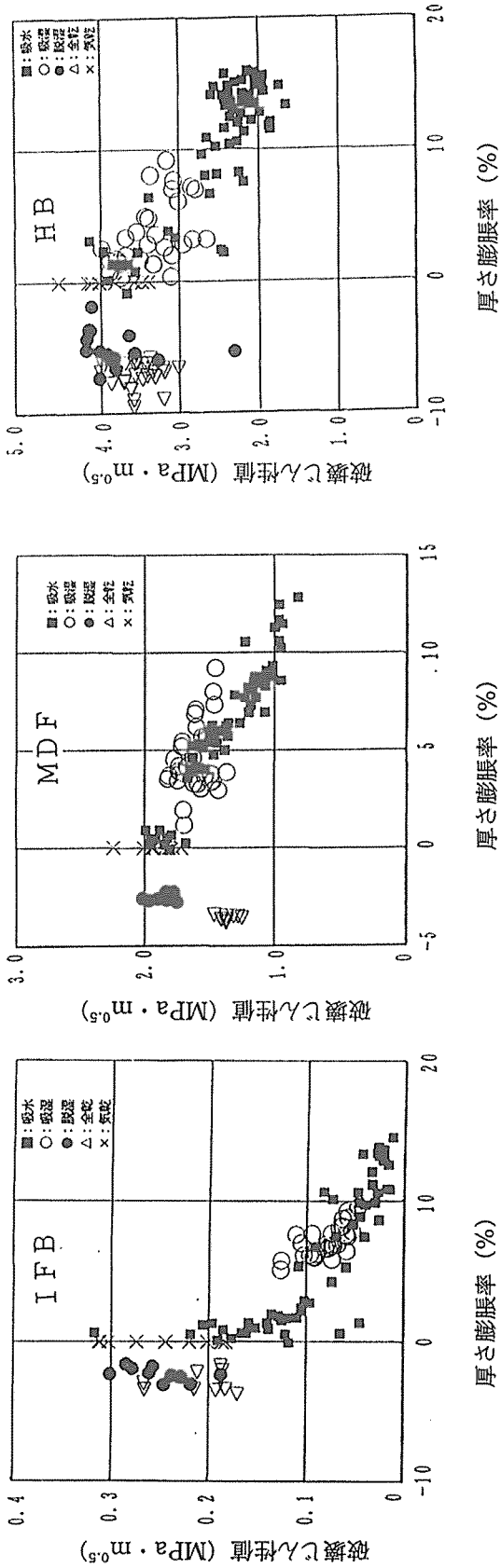


図-6 3種類のファイバーボードの厚さ膨張率と破壊じん性値との関係

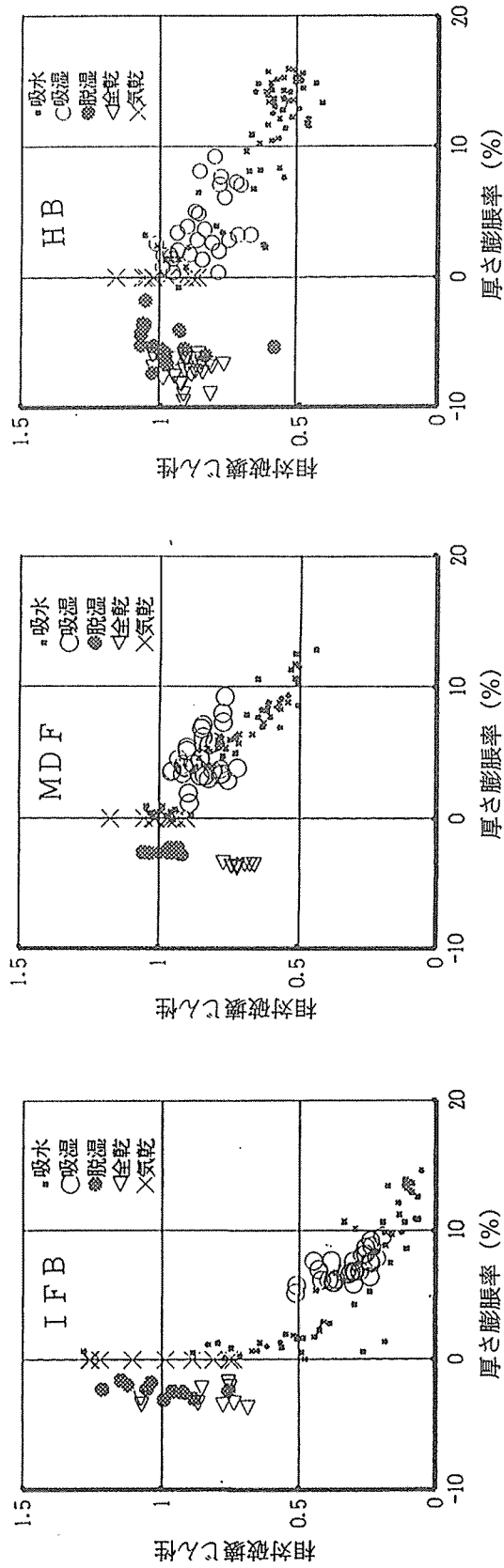


図-7 3種類のファイバーボードの厚さ膨張率と相対破壊じん性との関係

相対破壊じん性: 各厚さ膨張率における破壊じん性値/気乾時の破壊じん性値の平均値

全乾、脱湿、気乾の場合、比は1.1以下で破壊じん性値算出に問題ないが、吸湿、吸水では非線形のものが多くなる。この場合、厳密には破壊じん性値を求めることはできないが、便宜的に荷重  $P_5$  をき裂先端近傍が塑性状態にはいる限界値と仮定し  $P_5$  を用いて破壊じん性値を算出した。

図-4は含水率と破壊じん性値との関係を示したものである。各ボードとも気乾時の破壊じん性値が最も大きく、含水率の増加または減少とともに破壊じん性値は低下していった。その理由として、含水率の増加の場合は、結合水の吸着による膨張が繊維間の凝集力低下を引き起こしたため、含水率10%以下への過乾燥の場合は、結合水の脱離部分の再結合が起こらないための強度低下と考えられる。また、ボードの種類により吸湿と吸水の破壊じん性値への影響の現れ方が異なる。同一含水率のボードで破壊じん性値の低下を比較してみるとインシュレーションボードでは吸湿の方が吸水よりも低下が著しい。一方、ハードボードでは両者に差は見られない。MDFはこれらの中間的な挙動を示した。このことは、図-5の含水率と膨張率との関係を見ると理解できる。インシュレーションボードの場合、同一含水率のとき厚さ膨張率は吸湿の方が明らかに大きい。すなわち、含水率が同じとき吸湿は吸水の場合より凝集力が低下することになる。MDF、ハードボードへと比重が大きくなるほどこの差は小さくなる。このことは、ボード中に存在する空隙や接着剤の量が関係しているものと思われる。破壊じん性値と厚さ膨張率をプロットすると図-6のようになり、吸湿と吸水の違いはほとんどなくなる。

木質ボード間の破壊じん性値変動の比較を容易にするため、各種含水率時の破壊じん性値を気乾時の破壊じん性値で除したものを相対破壊じん性と定義し、これと厚さ膨張率との関係を図-7に示した。MDFとハードボードではほぼ同じ割合で破壊じん性値が低下しているのに対し、インシュレーションボードでは低下の割合が大きかった。

## 4. 結 論

吸水、吸湿など種々の方法でファイバーボードの含水変化をさせたところ、インシュレーションボードで、結合水による膨張のため、吸湿のときの方が吸水より破壊じん性値の低下が大きかった。一方、ハードボードでは両者にほとんど差はなかった。MDFはインシュレーションボードとハードボードの中間的な挙動を示した。含水量の増加による破壊じん性値の低下はインシュレーションボードが最も大きかった。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、ニチハ(株)、(株)ノダより実験試料を提供していただいた。ここにつつしんで感謝の意を表する。

## 引 用 文 献

- (1) 鈴木直之、松下由香：(1998)、三重大学生物資源学部演習林報告第22号、101 - 106
- (2) 白鳥正樹、三好俊郎、松下久雄：(1980)、数値破壊力学、222 - 223、実教出版、東京

Received October 22, 1997