

## 纖維泥水泥板用塗料耐候性之研究

鄒哲宗<sup>1,2)</sup> 夏滄琪<sup>1)</sup> 尹華文<sup>1)</sup> 陳啓榮<sup>1)</sup> 顧文君<sup>1)</sup>

### 摘要

本試驗選取商用聚酯、環氧樹脂及聚胺基甲酸酯等塗料，經調配後塗裝於自行研製之纖維泥水泥板基材上；而後分別進行戶外曝露及室內照光試驗。試驗結果歸納如后：

1. 色差值常被用為塗膜變色之評估標準，試驗結果顯示灰色聚胺基甲酸酯塗膜為測試塗膜中變色最輕微者，透明塗膜則以聚酯塗膜之變色程度最輕微。
2. 塗膜 60° 光澤度在戶外或室內照光試驗皆呈明顯之衰減趨勢；塗膜明度留存率在室內照光下多呈明顯提升，而在戶外曝露下多半呈現衰減之趨勢。
3. 室內照光處理之塗膜表面在掃描式電子顯微鏡下呈現不規則龜裂現象，戶外曝露處理之塗膜則多呈粗糙及蝕刻現象。

**關鍵詞：**纖維泥水泥板、耐候性、耐光性。

鄒哲宗、夏滄琪、尹華文、陳啓榮、顧文君 1996 纖維泥水泥板用塗料耐候性之研究。台灣林業科學 11(4): 361-366。

## Study on the Weatherability and Colorfastness of Finishes on Sludge-Cement Fiberboard

Che-tsong Tsou<sup>1,2)</sup>, Tsang-chyi Shiah<sup>1)</sup>, Hwa-wen Yin<sup>1)</sup>, Chi-jung Chen<sup>1)</sup> and Wen-jun Ku<sup>1)</sup>

### 【Summary】

The main purpose of this study is to investigate the weatherability and colorfastness of coatings applied on sludge-cement fiberboard.

Six kinds of commercial coatings, including polyurethane, unsaturated polyester and epoxy resin coatings were examined in this experiment. After exposure to the outdoors for 16 weeks and UV-light accelerated aging chamber for 64 days respectively, deterioration of such properties as color difference, brightness retention and 60° gloss of coatings on sludge-cement fiberboard, were examined.

The experimental results are as follows:

1. Experimental results showed that the color difference value may be used as an evaluation indicator of coating film properties. Among those finishes studied, the clear unsaturated polyester film revealed

<sup>1)</sup> 臺灣省林業試驗所森林化學系，台北市南海路53號 Division of Forest Chemistry, Taiwan Forestry Research Institute, 53 Nan-Hai Rd., Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>2)</sup> 通訊作者 Corresponding author

1996年2月送審 1996年3月通過 Received February 1996, Accepted March 1996.

the least degree of color difference, while the highest stability of discoloration was displayed by the gray polyurethane film.

2. After natural and artificial aging treatments, the 60° gloss of coated surface parameter revealed remarkable deterioration trends. The brightness retention of coated surfaces showed lower trends during outdoor exposure, but opposite results occurred in samples treated by UV-light.
3. From SEM images of the coated surfaces, it was observed that cracks and/or checks occurred after 64 days UV-light accelerated aging, and surfaces showed roughness and/or corroded phenomenon when exposed to the outdoors for 16 weeks.

**Key words:** sludge-cement fiberboard, weatherability, colorfastness.

Tsou, C. T., T. C., Shiah, H. W. Yin, C. J. Chen, and W. J. Ku. 1996. Study on the weatherability and colorfastness of finishes on sludge-cement fiberboard. Taiwan J. For. Sci. 11(4): 361-366.

## 一、緒言

由於全世界木材產量的急劇降低加以環保意識的高漲，使得傳統優良建材—木材的來源將日益匱乏，對於新木質材料的開發與應用，已是今日林產業的重要課題。

林業試驗所近年來研製成各種水泥組合板類（鄒哲宗等，1992），現正研究以紙廠廢棄物纖維泥製造水泥板，如此不但可減少產業廢棄物造成污染，更可使廢棄物再生資源化。纖維泥水泥板具有耐腐朽、抗蟲、耐潮濕等優良性能，可應用於室內、外是一種良好的建築材料，建材在使用上常配合塗裝，以提高附加價值並延長使用期限（鄒哲宗等，1994；Sorfa, 1984；Dwight, 1993）。

為提升纖維泥水泥板之價值及應用範圍，本試驗乃針對纖維泥水泥板塗裝試材進行耐候及耐光性質測定；選取廠商常用之聚酯、環氧樹脂及聚胺基甲酸酯等塗料，經調配後塗裝於自行研製之纖維泥水泥板基材上；藉分析試材在天然及人工耐候試驗條件下塗膜性質之變化，以評估各種塗料應用於纖維泥水泥板上的實用性，以供廠商生產之參考。

## 二、材料與方法

### （一）試驗材料

#### 1. 試材

本試驗所採用塗裝基材為正隆公司后里紙廠

產出之纖維泥，其粗估纖維約佔全污泥量53%；先將已乾燥之纖維泥以磨碎機粉碎，再配合波特蘭水泥拌合定量後，置入板模中以充氣法噴入5.3 kgf/cm<sup>2</sup>之二氧化碳，加壓製成板。所抄造之纖維泥水泥板之比重為1.2 g/cm<sup>3</sup>，其製造原料比例為纖維泥：水：水泥=2：1：2.5。

#### 2. 塗料

本試驗所使用塗料種類如下：

- (1) 聚胺基甲酸酯底漆塗料：購自弘大油漆公司。
- (2) 聚胺基甲酸酯面漆塗料：包括透明、白色、灰色之面漆，係為弘大油漆公司所生產之雙熊牌塗料。
- (3) 環氧樹脂面漆塗料：包括透明、白色面漆，係為唐榮油漆公司所提供。
- (4) 不飽和聚酯面漆塗料：透明塗料一種，係為東濱油漆公司所提供。

### （二）試驗方法

#### 1. 試材塗裝

試材塗裝前先以240號砂紙砂磨，使基材表面平整，而後以刷塗方式將聚胺基甲酸酯底漆多次塗裝於纖維泥水泥板基材上，待塗膜充份乾燥後，再以320號砂紙砂磨使底層平滑；然後調配各種面漆以噴塗方式塗裝於試材上（塗膜之平均厚度約為255 μm）。

#### 2. 戶外曝露及室內照光試驗

將塗裝完成之纖維泥水泥板試材分別置於戶外南向45°之耐候試驗架上，進行戶外曝露試驗

，及置入室內 Q-U-V 耐候試驗機中以 FS-40 太陽燈管照射，進行人工加速耐光試驗。

3. 塗膜性質分析

比較、分析纖維泥水泥板塗膜經時劣化後之塗膜顏色變化、光澤度、並以掃描式電子顯微鏡觀察塗膜表面之劣化現象。

(1) 塗膜表面顏色分析

塗膜表面之顏色變化，係以東京電色株式會社 (Tokyo Denshoku Co., Ltd.) 生產之測色色差計 (color and color difference meters, model TC-3600) 測量，所使用之光源為 C 光源，試材直接放置於測試窗上，由色差計中可以求得 X、Y、Z 三刺激值 (tristimulus values)，然後依據 1976 年國際照明委員會 (CIE) 的 CIE LAB 色彩體系求得 L\*, a\*, b\* 三個參數，並求得塗膜表面顏色的變化：明度留存率 (brightness retention, %) 及色差值 (color difference, ΔE\*) 等。

$$B.R. (\%) = (Y_o/Y_t) \times 100\%$$

B.R. : 明度留存率

Y<sub>o</sub> : 耐候前試材之明度

Y<sub>t</sub> : 經過 t 時間耐候試材之明度

$$\Delta E^* = [(L_t^* - L_o^*)^2 + (a_t^* - a_o^*)^2 + (b_t^* - b_o^*)^2]^{1/2}$$

ΔE\* : 色差值

L<sub>o</sub>\*, a<sub>o</sub>\*, b<sub>o</sub>\* : 耐候前試材之 L\*, a\*, b\* 值

L<sub>t</sub>\*, a<sub>t</sub>\*, b<sub>t</sub>\* : 經過 t 時間耐候後試材之 L\*, a\*, b\* 值

(2) 塗膜光澤度分析

本試驗採用 Dr. Lange 反射式光澤度計 (Labor-

Reflektometer) 分析纖維泥試板塗裝後，其表面塗膜之光澤度之經時耐候變化情形，本試驗測定 60° 光澤度。

(3) 塗膜表面之觀察

分別採取經戶外曝露及照光處理之塗膜，經乾燥、鍍金膜等處理後，放入 HITACHI SP2400 型掃描式電子顯微鏡中，以 15 kV 之加速電壓下進行觀察，以研判塗膜在經時變化下之劣化情形。

三、結果與討論

(一) 戶外曝露處理部份

經戶外曝露 16 週後，各種塗膜之色差值皆呈明顯增加趨勢，由 Table 1 可知灰色 PU 塗膜之變色情形為 6 種試驗塗料中最輕微者 (色差值由 1.17 增為 3.49)，透明塗膜中以環氧樹脂塗膜變色最為嚴重 (色差值由 4.39 增為 13.36)，透明 PU 塗膜居中，聚酯塗膜之變色情形較為輕微 (色差值由 2.09 增為 8.98)，白色塗膜之初期變色較透明塗膜嚴重，而隨曝露時間增加而漸趨穩定，至 16 週時 PU 及 Epoxy 透明塗膜之色差值皆高於白色與灰色塗膜；白色 PU 塗膜之變色程度 (色差值由 7.28 增為 9.95) 較白色環氧樹脂塗膜 (色差值由 3.55 增為 10.74) 為低。

塗膜 60° 光澤度隨曝露時間增長而有衰減之趨勢，透明塗膜中以 PU 塗膜光澤度衰減較為明顯 (91.2% 降為 60.2%)，次為環氧樹脂塗膜 (80.4% 降為 59.2%) 及聚酯塗膜 (83.3% 降為 64.2%)；

Table 1. Changes in color difference (ΔE\*) of coated sludge-cement fiberboard exposed to the outdoors.

Coatings	Exposure time ( week )				
	1	4	8	12	16
Clear coating					
PU	2.71	5.20	7.81	9.60	11.18
Epoxy	4.39	9.02	10.48	11.47	13.36
PE	2.09	4.73	6.71	7.50	8.98
White coating					
PU	7.28	8.08	9.33	9.60	9.95
Epoxy	3.55	5.04	7.32	8.98	10.74
Gray PU	1.17	2.00	2.95	3.24	3.49

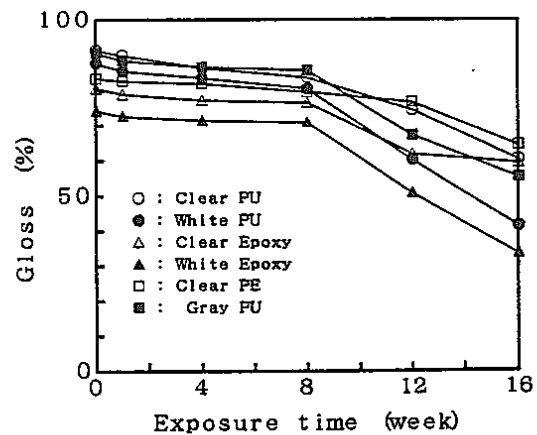


Fig. 1. Changes in gloss of coated sludge-cement fiberboard exposed to the outdoors.

白色環氧樹脂塗膜之衰減 (74.1%降為33.5%) 則較灰色PU塗膜 (90.6%降為55.2%) 為顯著；塗膜光澤度衰減趨勢如Fig.1所示。

塗膜之明度留存率在 6 種塗膜中，除透明聚酯塗膜 (105.4%升為169.4%) 及灰色PU塗膜 (99.4%升為107.6%) 有提升趨勢，其它皆呈現下降之趨勢。透明塗膜中以環氧樹脂塗膜 (98.6%降為64.3%) 之明度留存率最差，PU塗膜次之 (95.2%降為85.7%)；白色塗膜中白色PU (96.2%降為89.3%) 較環氧樹脂塗膜 (96.3%降為95.2%) 為差。

(二) 室內照光處理部份

經 QUV耐光試驗機照光64天後發現：三種透明塗膜中色差值之經時變化以聚酯塗膜變化最少 (2.28增為9.96)，環氧樹脂塗膜次之，透明PU塗膜變化最嚴重 (5.96增為14.62)；而白色環氧樹脂塗膜及白色PU塗膜則初期變化程度較透明塗膜明顯，而試驗結束時之色差值則較透明塗膜為小，灰色PU塗膜之色差值為 6種試驗塗料中最小者 (1.28 增為4.78)；試驗結果如Table 2 所示。

塗膜光澤度之經時變化呈現顏色越深之塗膜，其60° 光澤度衰減趨勢越顯著，灰色PU塗膜為6種塗膜中衰減趨勢最明顯者 (91.1%降為9.7%)。3種透明塗膜中以透明PU由92.8%降為64.9% 下降最多，次為透明環氧樹脂 (71.4%降為49.3%)，透明聚酯塗膜之光澤度衰減最少 (82.8%降為66.3%)；室內照光處理後塗膜光澤度變化之趨勢如Fig. 2所示。

室內照光後塗膜明度留存率之經時變化如

**Table 2. Changes in color difference ( $\Delta E^*$ ) of coated sludge-cement fiberboard irradiated under an FS-40 sunlamp.**

Coatings	Irradiation time (day)					
	1	4	8	16	40	64
<b>Clear coatings</b>						
PU	5.96	9.10	10.14	10.86	12.31	14.62
Epoxy	8.92	12.46	13.10	13.34	14.99	16.79
PE	2.28	3.63	5.64	6.51	7.70	9.96
<b>White coatings</b>						
PU	9.11	10.21	10.63	10.79	10.90	11.22
Epoxy	7.23	8.84	10.93	11.76	12.81	13.77
Gray PU	1.28	1.62	2.15	2.59	3.20	4.78

Table 3所示，灰色PU塗膜有明顯提升現象 (97.7%升為117.2%)，次為聚酯塗膜 (102.1%升為16.6%)，透明環氧樹脂塗膜 (86.3%升為95.4%) 及白色PU塗膜 (93.5%升為94.9%)；白色環氧樹脂塗膜 (95.6%降為88%) 及透明PU塗膜則呈現衰減趨勢。

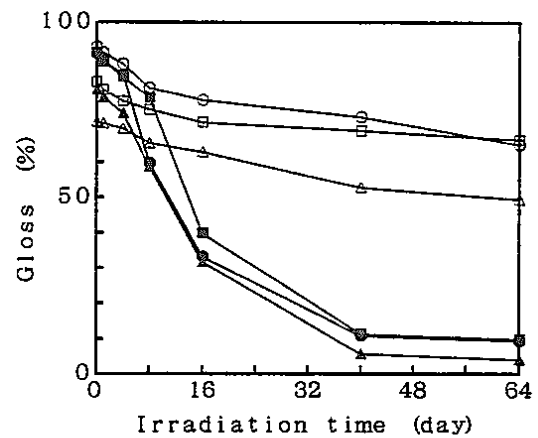
(三) 掃描式電子顯微鏡觀察

Fig. 3分別為 (a).透明PU、(b).透明Epoxy、(c).透明PE及(d).白色PU、(e).白色Epoxy、(f).灰色PU塗膜劣化處理後之掃描式電顯照相。由SEM之觀察可發現：與對照組相較，戶外曝露塗膜表面由平滑而呈粗糙及刻蝕之現象，白色塗膜表面破壞情形則較灰色及透明塗膜明顯。室內加速照光塗膜表面則由平滑而至龜裂或粗糙甚至粉化；透明塗膜則呈現塗裝面粗糙或龜裂現象，白色及灰色塗膜則因光照破壞使顏料呈現明顯顆粒狀之粉化現象，此即所謂塗膜之白堊化 (chalking)。

四、結論

本試驗選取市售的聚酯、環氧樹脂及聚胺基甲酸酯等塗料，經調配後塗裝於自行研製之纖維泥水泥板基材上；藉分析試材在天然及人工耐候試驗條件下塗膜性質之變化，以評估各種塗料應用於纖維泥水泥板上之耐候性質。

由試驗結果可知，由於基材之孔隙遠較實木為多，塗裝時不易填滿底層縫隙，底塗宜採高固形物之底漆並以高塗佈量之塗裝方式行之；為防



**Fig. 2. Changes in gloss of coated sludge-cement fiberboard irradiated under an FS-40 sunlamp.**

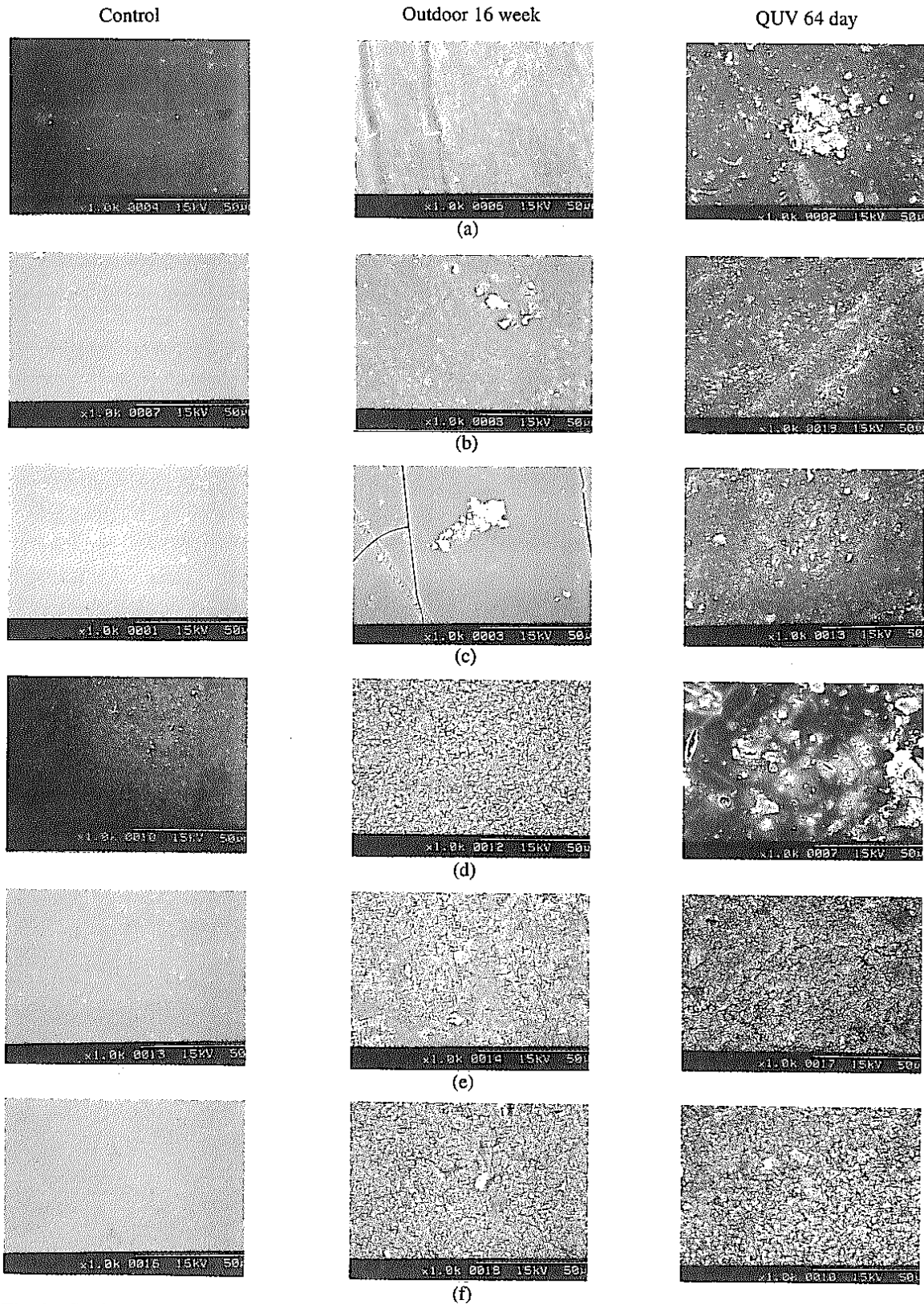


Fig. 3. Surface structure of coated sludge-cement fiberboard observed by SEM. (a):Clear PU coated, (b):Clear Epoxy coated, (c):Clear PE coated, (d):White PU coated, (e):White Epoxy coated, (f):Gray PU coated.

Table 3. Changes in brightness retention of coated sludge-cement fiberboard irradiated under an FS-40 sunlamp.

Coatings	Irradiation time (day)						Remarks
	1	4	8	16	40	64	
Clear coatings							(%)
PU	95.9	95.0	94.4	93.7	92.7	91.4	
Epoxy	86.3	82.2	83.7	86.5	91.4	95.4	
PE	102.1	106.7	108.3	109.9	114.2	116.6	
White coatings							
PU	93.5	93.6	93.7	93.2	93.7	94.9	
Epoxy	95.6	93.6	90.5	89.3	88.4	88.0	
Gray PU	97.7	98.9	103.7	110.8	114.6	117.2	

止反翹變形應行兩面塗裝。經64天之室內照光及112天戶外曝露試驗，各種塗膜性質之經時變化歸納如後：

1. 色差值常被用為塗膜變色之評估標準，本試驗發現灰色聚胺基甲酸酯塗膜為測試塗膜中變色最輕微者，透明塗膜則以聚酯塗膜之變色程度最輕微。
2. 塗膜60°光澤度在戶外或室內照光試驗皆呈明顯之衰減趨勢；塗膜明度留存率在室內照光下多呈明顯提升，而在戶外曝露下多半呈現衰減之趨勢。
3. 室內照光處理之塗膜表面在掃描式電子顯微鏡下呈現不規則龜裂現象，戶外曝露處理之塗膜則多呈粗糙及蝕刻現象。

#### 誌謝

本研究承農委會〔84科技-2.11-林-17〕計畫經費補助，謹此致謝。

#### 引用文獻

- 鄒哲宗 1992 潛熱性礦渣水泥粒片板之研製。林業試驗所研究報告季刊 7(4):347-385。
- 鄒哲宗、李鴻麟、夏滄琪 1994 水泥粒片板之紫外光硬化塗裝之研究。改進林產物加工利用技術之研究論文發表及技術轉移研討會論文集 175-182頁。
- Sorfa, p. 1984. Properties of wood-cement composites. J. Appl. Polym. Sci. Appl. Polym. Symp. 40: 209-216.
- Dwight, A. E., Y. Imamura, S. Kawai, and H. Sasaki. 1993. Isocyanate-inorganic bonded composites I. Tensile strength and scanning electron microscope observations of isocyanate-cement mixtures. Mokuzai Gakkaishi 39(1): 31-39.