목재공학 13(3):49~53, 1985 (原著)
Wood Sci & Tech. 13(3):49~53, 1985

木質의 熱水抽出 및 $CaCl_2$ 添加가 木質-세멘트 보드의 휨強度 및 膨潤率에 미치는 影響[1]

安 元 榮[2] · 辛 東 韶[2] · 崔 惇 度[2]

The Effects of Hot Water Extraction of Wood Meal and the Addition of $CaCl_2$ on Bending Strength and Swelling Ratio of Wood-Cement Board[1]

Won Yung Ahn[2] · Dong So Shin[2] · Don Ha Choi[2]

Summary

The effects of pre-treatments, the hot water extraction of wood meal and the addition of chemical ($CaCl_2$) to wood-cement water system on the properties of wood-cement composite such as modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), water sorption ratio and swelling ratio of resulting boards were studied in this experiment.

The wood meals through 0.83mm(20 mesh) and retained on 0.42mm(35 mesh) screen were prepared from *Pinus densiflora* S. et Z. and *Larix leptolepsis* G. For hot water extraction, 500 grams of wood meal for each species were heated to boiling with 1,500ml of distilled water in 2-liter beaker for 6 hours. Every 2 hours, the wood meals were washed with boiling distilled water and reheated to boiling again. After 6 hours boiling, the boiled wood particles were collected by pouring this particles on 200 mesh screen. The collected particles then washed twice with hot distilled water and dried for 24 hours in an oven at 109 ± 2°C.

A mixture of 663.4 grams of cement with 331.7 grams of wood meal based on oven-dry weight were dry-mixed in a plastic vessel. The mixture was kneaded with 497.6ml of distilled water in the ratio of 1.5ml of water to a gram of wood meal. To add calcium chloride to the mixture as an accelerator, $CaCl_2$, 4% solution by weight per volume, was added to pine-or larch-cement board in the ratio of 3% to cement weight.

To set wood-cement board, this mixture was clamped at 30cm x 30cm, in thickness of 1.5cm for 3 days at room temperature, declamped and then placed at open condition for 17 days. The target density was 1.0.

The four specimens sized to 5cm in width and 28cm in length were used for MOR and MOE test for each treatment. After MOR test, the tested specimens were cut to the size of 5cm x 5cm for water sorption and swelling test. The twenty specimens used to measure the water sorption ratio (soaking 24 hours) and ten of these were used for swelling ratio measurement.

The results obtained were as follows:

1) Larch was not suitable for wood-cement boards because larch-cement board developed no strength, but pine showed 97.9kg/cm^2 by hot water extraction.

2) To increase MOR, hot water extraction was more effective than the addition of $CaCl_2$ in pine and larch because the $CaCl_2$ addition was seemed to speed up the ratio of cement hydration without reacting with the wood substances.

---

1. 接受 5月 31日 Received, May 31, 1985.
本 硏究는 1984年度 文敎部 學術硏究 造成費에 의해 遂行되었음.

2. 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 170, Korea

3) The water sorption ratio was lowered by the addition of $CaCl_2$ to wood-cement system because the chemical additive accelerated the rate of cement hydration.

4) In pine-cement board, the swelling ratio from 0.37 to 0.42 percent was observed in length and the swelling ratio from 0.88 to 2.0 percent in thickness. As a rule, the swelling ratio of wood-cement board was very low and the swelling ratio in thickness was higher than in length.

Key word: wood-cement board, pretreatment, hot water extraction, chemical additive, MOR, MOE, water sorption ratio, swelling ratio.

緒 論

前報(1984)[1]에서 調査한 木質-세멘트 複合體의 水和抑制度에 依하여 水和抑制度가 가장 높은 일본 잎갈나무와 세멘트와의 結合이 良好한 소나무를 使用하여 세멘트 보드를 製造할 때 前處理로써 熱水抽出과 化學添加劑인 $CaCl_2$ 添加가 보드의 휨强度, 吸濕性 및 치수 안정성에 미치는 影響을 調査하였다.

材料 및 方法

1. 實驗材料

1.1. 供試 木質의 調製

30年生 일본 잎갈나무 (*Larix leptolepsis* G.)와 50年生 소나무 (*Pinus densiflora* S. et Z.)를 각 1본씩 林業試驗場光陵試驗林內에서 分讓받아 로타리 레이스에서 두께 1㎜의 單板으로 절삭한 후 그 單板을 폭 30～40㎜, 길이 50～60㎜의 플레이크로 만든 다음 그 플레이크를 믹서에서 잘게 부순후 Wiley mill을 利用하여 20～35메쉬로 粉碎한후 氣乾시켜 使用하였다.

1.2. 供試세멘트

市中에 市販되는 雙龍세멘트 Type Ⅰ을 使用하였다.

1.3. 化學添加劑

Ishisu pharmaceutical Co.에서 生産되는 $CaCl_2$ E.P. 級을 使用하였다.

2. 實驗方法

2.1. 抽出糖類除去

本粉 500 g을 용량이 2 ℓ인 비이커에 넣고蒸溜水로 6時間 끓인다. 이때 每 2時間마다 끓는 蒸溜水로 木粉을 洗滌한 後 다시 加熱을 한다. 6時間동안 抽出을 한 後 木粉을 200메쉬 스크린에서 다시 熱水로 2번 洗滌을 한 後 103±2℃ 오븐에서 24時間동안 乾燥시킨다.(1983)[6]

2.2. 化學添加劑의 添加

化學添加劑를 세멘트重量의 3%가 되게 混合水에 녹여 添加한다.(1971)[4]

2.3. 原料의 配合

세멘트가 完全히 硬化하는데 要求되는 理論的 結合水量은 세멘트에 대하여 약 35%이고(1954)[2] 木質-세멘트 複合體의 含水率은 14%(20℃, 65% RH에서의 平均 含水率)로 하였으며(1971)[4] 木質對 세멘트의 全乾重量比는 1:2, 豫定比重을 1.0으로 하여 式(1)에 依하여 原料의 重量을 定했으며 混合水量은 木質에 對하여 150%로 하였으며 이때 세멘트 보드의 두께는 15㎜로 하였다.

$$d = \{W_w + (1+\alpha)\cdot P\cdot W_w\}(1+\beta/100)/V \quad \cdots\cdots (1)$$

d : 豫定比重

W_w : 木質의 全乾重量

P : 配合比(세멘트/木質 全乾重量)

α : 세멘트 硬化後 結合水 對 세멘트比 ($\alpha = 0.35$)

β = 보드의 含水率(%) ($\beta = 10$ %)

V = 보드의 體積

2.4. 木質-세멘트 보드의 養生方法

全乾木質 331.7 g과 세멘트 663.4 g을 均一하게 섞은 後 混合水 497.6 g을 넣고 손으로 配合을 하여 30㎝×30㎝, 두께 4㎝의 알체틀에 30㎝×30㎝, 두께 1.5㎝의 쇠판을 깔고 그 위 비닐을 씌운 後 原料를 均一하게 分散시킨 뒤 다시 그 위에 비닐을 덮고 30㎝×30㎝, 두께 1.0㎝의 쇠판을 덮고 클램핑을 하였다.

세멘트 養生은 常溫에서 行하였으며 그 期間은 클램핑 狀態下에서 3日間, 解壓下에서 17日間行하였다. 이때 사용한 알체틀을 그림 1에 나타내었다.

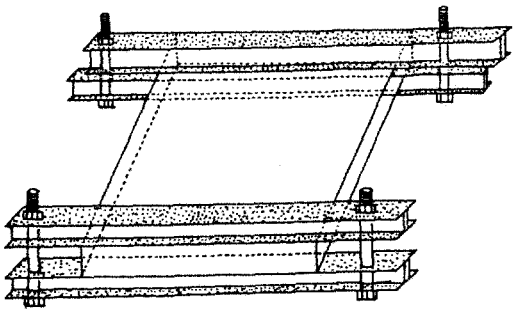

Fig.1. The apparatus for cement board setting.

2.5. 휨强度, 吸濕率 및 膨潤率 測定

供試보드를 5 cm (幅) × 28 cm (길이)의 5개 試驗片을 만들어 휨强度를 試驗하였으며 휨强度 測定 後 그 試片을 5 cm × 5 cm의 크기로 切斷하여 吸濕率 및 膨潤率 試片으로 만들었다.

휨强度 試驗은 20 ℃, 65 % RH에서 Shimadzu IS 10 T를 사용하였으며 스팬의 길이는 24 cm, 中央集中荷重速度 5 mm/min 차트速度 50 mm/min으로 行하였으며 MOR과 MOE는 式(2), 式(3)에 依하여 求하였다. 吸濕率과 膨潤率은 20 ℃에서 24時間을 침지 시킨후 式(4), 式(5)에 의하여 구하였다.

$$MOR = 3P_u l / 2bh^2 \quad \cdots\cdots (2)$$

$$MOE = P_{pl} \cdot l^3 / 4D_{pl} \cdot bh^3 \quad \cdots\cdots (3)$$

P_u : 最大荷重 (Mar. Load)

l : 스팬의 길이 (span length)

b : 試片의 幅 (width)

h : 試片의 두께 (thickness)

P_{pl} : 比例限度荷重 (load at proportional limit)

D_{pl} : 比例限度變形 (displacement at proportional limit)

$$吸濕率 = \{(W_{H_2O} - W_a)/W_a\} \times 100(\%) \cdots (4)$$

$$膨潤率 = \{(l_{H_2O} - l_a)/l_a\} \times 100(\%)$$

W_a : 20 ℃, 65 % RH에서 氣乾重量

W_{H_2O} : 20 ℃, 24時間 침지후의 重量

la : 20 ℃, 65 % RH에서 試片의 길이

l_{H_2O} : 20 ℃, 24時間 침지후의 試片의 길이

結果 및 考察

木質-세멘트 보드의 MOR, MOE, 吸濕率, 膨潤率의 測定 結果를 表 1에 나타내었다. 그리고 일본 잎갈나무를 使用하여 製造한 세멘트 보드는 强度가 전혀없어 본 表에서는 削除하였다.

Table 2. Analysis of variance for MOR of each treatment

Source	DF	SS	MS	F-value
Between	2	4297.0	2148.0	21.06**
Within	9	918.1	102.0	
Total	11	525.0		

Table 3. Analysis of variance for MOE of each treatment

Source	DF	SS	MS	F-value
Between	2	2.626	1.313	0.2323 N.S.
Within	9	50.88	5.653	
Total	11	53.51		

Table 1. The mechanical and physical properties of pine-cement board

Properties / treatments	MOR*1	MOE*2	Water sorption	Swelling ratio at length*3	Swelling ratio at thickness*3
Control	51.89	14.21	38.51	0.520	2.08
Hot water extraction	97.90	15.26	37.19	0.328	0.876
$CaCl_2$ addition	69.98	14.36	23.46	0.360	1.69

*1: unit: kg/cm^2, *2: unit: X10 kg/cm^2, *3: unit; %

Table 4. Duncan's multiple test for MOR of each treatment

Treatment	Mean	Duncan's
Control	51.89	a*[1]
CaCl addition	69.98	a
Hot water Extraction	97.90	b

*1: Means with the same letter are significantly different ($P < 0.01$)

1. 木質-세멘트 보드의 破壞係數및彈性係數

소나무의 前處理別 세멘트 보드의 破壞係數(MOR)는 表 1과 같으며 各處理別 MOR을 分散分析한 結果 1% 수준에서 有意性이 인정되어 Duncan 多重 檢定한 結果는 아래 表 4에 나타내었다.

熱水抽出과 다른 處理간에는 有意性이 있었으나 無處理와 $CaCl_2$ 添加 사이에는 有意性이 나타나지 않았으며 化學添加劑 添加보다 熱水抽出로 抽出糖類를 除去하는 것이 더욱 效果的으로 나타났다. 이는 Biblis et.al (1968)[5] 는 세멘트 硬化時 $CaCl_2$ 添加가 抽出單糖類의 影響을 中和시켜 준다고 하였으나 Moslemi et. al(1983)[6] 은 水和抑制度가 낮은 樹種에 化學 添加劑를 添加시키면 단지 세멘트의 發熱反應速度만 增加시켜 줄 뿐 抽出糖類에 의한 影響은 줄여주지 못한다고 하였는데 이는 본 실험과 一致한다.

그리고 彈性係數(MOE)는 各處理別 有意性을 나타내지 않았는데 이는 세멘트가 塑性을 띄기 때문인 것으로 思料된다.

2. 木質-세멘트 보드의 吸濕

各處理別 吸濕率을 分散分析한 結果 5% 水準에서 有意性을 나타내었고(表5), Duncan 多重檢定을 한 結果 無處理와 熱水抽出 사이에서는 有意性이 없었다. 化學 添加劑를 添加한 境遇 23.46%로 가장 낮은 吸濕率을 나타내었는데 이는化學添加劑가 세멘트의 水和速度를 加速시켜 세멘트의 水和가 많이 일어났기 때문으로 思料된다.

3. 木質-세멘트 보드의 膨潤率

소나무-세멘트 보드의 길이 방향 膨潤率은 0.37 ~ 0.42%로 아주 良好하였으며 두께 膨潤率은 無處理가 2.08%로 가장 높았으며 熱水處理가 0.88%로 가장 낮았다. 그러나 朴(1982)[3] 은 $CaCl_2$ 添加가 두께 膨潤率을 줄여 준다고 하였으나 본 실험에서는 無處理와 $CaCl_2$ 添加가 有意性을 나타내지 않았는데 이러한 現象은 再現性 與否와 아울러 다시 究明되야 할 問題로 思料된다.

Table 5. Analysis of variance for water sorption ratio of each treatment

Source	DF	SS	MS	F-value
Between	2	2782.0	1319.0	33.99*
Within	57	2333.0	40.93	
Total	59	5115.0		

Table 6. Duncan's multiple test for water sorption ratio

Treatment	Mean	Duncan's*[1]
Control	38.51	a
Hot water Extraction	37.19	a
$CaCl_2$ addition	23.46	b

*1 Means with the same letter are not significantly different ($P < 0.05$)

Table 7. Analysis of variance for swelling ratio at thickness

Source	DF	SS	MS	F-value
Between	2	7.514	3.757	3.026 N.S.
Within	27	33.53	1.242	
Total	29	41.04		

結 論

20 ~ 35 메쉬의 소나무와 일본 잎갈나무 木粉을 熱水 및 化學 添加劑를 添加하여 木質-세멘트 보드의 破壞係數 및 彈性係數, 吸濕率, 膨潤率을 調査하였는데 일본 잎갈나무는 세멘트 보드 製造에 不適合한 樹種이며 소나무는 良好한 結果를 나타내었다.

本 實驗에서 얻어진 結果는 다음과 같다.

1) 化學 添加劑는 木質과 세멘트가 反應하기 전에 세멘트를 水和시켜 주기 때문에 化學添加劑보다 세멘트 水和를 抑制시키는 單糖類를 除去시키는 熱水 抽出이 木質-세멘트 보드의 破壞係數를 높이는데 더욱 效果的이다.

2) 吸濕率은 $CaCl_2$를 添加했을 때가 가장 낮았다.

3) 木質-세멘트 보드의 膨潤率은 아주 낮았으며 길이 방향의 膨潤보다 두께 방향의 膨潤이 컸다.

이상 木質-세멘트 보드의 前處理 效果를 알아보았는데 木質-세멘트 보드製造時 壓締壓力, 養生時 養生條件 等에 대해서는 앞으로 더욱 硏究되어야 할 것으로 思料된다.

引用文獻

1. 崔惇厦, 辛東韶, 安元榮. 1984. 飽和세멘트 水溶液에 의한 抽出單糖類가 木質-세멘트 複合體의 硬化에 미치는 影響. 木材工學 12(3): 25-34
2. 建築技術 · 1954 · No. 43, 117.
3. 朴鍾瑩. 1982. 國産 落葉松材의 木質세멘트板 材質에 미치는 前處理 및 添加劑 效果. Unpublished thesis for M.S. degree, Univ. of Chung Nam.
4. 波岡保夫, 穴澤忠, 高嬌利男. 1971. 木質セメントボードの 製造に關する 硏究 (1). 北林試月報 231(4) : 17-23.
5. Biblis, E.J. and C.F. Lo. 1968. Sugars and other wood extractives : Effect on the setting of southern pine-cement mixtures. For. Prod. J. 18(8) : 28-34.
6. Moslemi, A.A. and J.F. Garcia. 1983. Effect of various treatments and additives on wood-portland cement-water systems. Wood and Fiber Sci. 15(2) : 164-179.