

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	Rohny Setiawan Maail
論文題目	CURING AND DEGRADATION PROCESSES OF CEMENT-BONDED PARTICLEBOARD BY SUPERCRITICAL CO ₂ TREATMENT (超臨界二酸化炭素処理による木片セメントボードの硬化と劣化挙動)		
(論文内容の要旨)			
木片セメントボードは外壁材料として優れた性質をもち、日本の住宅に広く用いられている。木片セメントボードの製造プロセスにおいては、セメントの硬化養生工程が全体の生産プロセスを律速するので、高圧二酸化炭素養生法は生産性と材質の向上に大きく寄与する点で大変有用である。一方、炭酸化の進行がセメント材料の材質劣化の主要な原因となることが危惧されている。 本研究では、木片セメントボードの硬化養生に超臨界二酸化炭素を用いてセメントの硬化と劣化挙動の詳細を調べ、木片セメントボードの物性に与える影響を明らかにすることを目的とした。 第1章では、木片セメントボードの生産技術、とくに二酸化炭素や水蒸気、硬化促進剤等を用いたセメントの水和と硬化養生に関わる促進技術を詳しく調べ、その特徴と課題を明らかにして、本研究の目的と位置づけを明確にした。 第2章では、超臨界二酸化炭素を用いた木片セメントボードの製造プロセスにおけるマット含有水分量の影響を調べた。その結果、最適マット含水率は約30%であることを見出した。この含有水分量は水和に必要な含水率（すなわち、セメント：水比で34%）であり、通常の木片セメントボード製造時の最適条件でもあることを明らかにした。 第3章では、超臨界二酸化炭素養生法を用いて10分～10日間にわたる処理時間による影響を調べた。その結果、30分までの短時間処理では、木片セメントボードのはく離強度、曲げ強度及び曲げヤング率は向上し、また吸水厚さ膨張率及び吸水率は著しく改善された。超臨界二酸化炭素養生処理は木片セメントボードの硬化養生過程を促進し、その力学性能並びに寸法性能を向上させる効果がある一方、1時間～10日間の長期にわたる処理は、逆に木片セメントボードのこれらの性能を低下させ、ボード物性の劣化を招くことを明らかにした。この原因をX線回折（XRD）、熱重量分析（TG A）及び走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて調べた結果、とくに、二酸化炭素存在下で炭酸化が進み、炭酸カルシウムの生成と共に、ボードの空隙構造（すなわち、ボード厚さ）が変化し、ボード密度が30分処理で最大になった後、低下することを見出した。以上のように木片セメントボードの硬化と劣化がセメントの炭酸化とボードの構造変化に依ることを明らかにした。 第4章では、定法（28日間自然養生）により硬化養生させた木片セメントボードを用いて高圧二酸化炭素により30分～10日間の促進劣化処理を行った。木片セメントボードの力学性能並びに寸法性能は、前章と同様に、30分処理で最適値を示したのち低下する傾向を示し、長時間処理ではボード物性に劣化が認められた。このような木片セメントボードの硬化と劣化に及ぼす二酸化炭素の影響はその濃度、圧力及び処理時			

間に依存し、各条件の30分処理を最適値（100％）とした残留率を重回帰分析により調べた結果高い相関が認められ、とくに超臨界状態では促進効果が大きいことを明らかにした。たとえば、超臨界二酸化炭素処理下での力学性能の残留率についての決定係数（ R^2 値）は、いずれも0.88以上を示し、これから自然状態での劣化速度を外挿により予測される材料の半減強度は、はく離強度及び曲げ強度についてそれぞれ3,500年及び4,700年と計算された。これらの値については今後さらにデータを集積してより高い精度の検証が必要である。

以上、本研究は木片セメントボードの迅速硬化養生技術として注目される超臨界二酸化炭素養生法が短時間処理ではセメントの硬化を促進するものの、長時間処理では劣化を招くことを示し、またその原因を明らかにしたうえで、超臨界二酸化炭素処理が木片セメントボードの促進劣化技術として使用しうる可能性を示した。

注)論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

木片セメントボードは、耐水性、防耐火性、耐蟻性などの耐久性に優れた木質－無機質複合材料であり、省資源・省エネルギー生産が可能であるために、今後とくにアジア諸国で大きな発展が期待される建築材料である。しかし、従来の木質セメントボードの製造法では、圧縮時の水和反応及びその後の硬化養生に極めて長時間を要する。このため、水蒸気養生法や二酸化炭素養生法などの硬化促進技術の開発研究が進められてきた。

本論文は、高圧二酸化炭素養生法による木片セメントボードの硬化と劣化の挙動を明らかにし、セメントの炭酸化現象に関連づけてその評価を試みたものである。

得られた主要な成果は以下の通りである。

- (1) 二酸化炭素下による硬化過程においても、水和に必要な30%程度の含水率(セメント：水比が34%)の保持が重要である。
- (2) 超臨界二酸化炭素養生法による30分間の硬化養生により木片セメントボードの力学的性能と寸法安定性能は最適となり、本処理が木片セメントボードの硬化養生過程を促進することを明らかにした。しかし、1時間～10日間の長期間にわたる超臨界二酸化炭素処理は、逆に木片セメントボードの物性劣化を招く。
- (3) この原因をX線回折(XRD)、熱重量分析(TGA)及び走査型電子顕微鏡(SEM)で調べた結果、木片セメントボードの硬化と劣化がセメントの炭酸化とボードの構造変化に依ることを明らかにした。
- (4) 定法(28日間自然養生)により硬化養生させた木片セメントボードを用いて高圧二酸化炭素により促進劣化処理を行った結果、木片セメントボードの硬化と劣化に及ぼす二酸化炭素の影響はその濃度、圧力及び処理時間に依存し、各条件の30分処理を最適値(100%)とした残留率を重回帰分析により調べた結果高い相関が認められ、とくに超臨界状態では促進効果が大きいことを明らかにした。

以上のように、本論文は、高圧二酸化炭素養生法による迅速硬化養生技術についての知見を上げると共に、セメント複合材料の促進劣化処理技術としても有用であることを示したもので、木質材料学並びに循環型資源利用分野の技術として寄与するところが多い。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成24年2月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注)Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降