

木質セメントボードの製造に関する研究(11)

- 乾燥条件とボード材質 -

高橋利男 穴沢 忠
北沢政幸 波岡保夫

1. まえがき

セメント製品の最終強度を高めるためには養生過程の雰囲気温度をあまり高めない方がよいとされている。それはセメントの硬化過程において、高温雰囲気は硬化速度を高めはするが、硬化体粒子が粗大構造になりやすいためである。¹⁾

しかし木質セメント板が工業製品である以上、その生産性を考慮せねばならず、最終強度をある程度犠牲にしても、速やかに製品化し出荷したいという経済的要求が出てくるのは当然である。

ここでは圧縮養生後の養生期間をできるだけ短縮し、かつ最終強度をあまり低下させずに済む養生条件を見出すことを目的とし、脱型後乾燥に至るまでの放置期間、その際の雰囲気温度、乾燥温度・時間などの効果を観察した。

2. 実験

2.1 製板条件

エゾマツ、トドマツ混合パルマン木片と普通ポルトランドセメント、塩化カルシウム(試薬1級)を原料とした。ボード予定比重;1.0,セメント/木質比;2.0,水/セメント比;0.7とした。同一条件2枚1組を1クランプとし、20℃,85%R.H.に24時間放置した。脱型後クランプごとの組で定められた処理を行った後20℃,65%R.H.に放置した。製板方法の詳細については既報²⁾と同様である。

2.2 脱型後の処理条件

2.2.1 脱型後乾燥に至るまでの放置期間の効果を観察する実験—塩化カルシウムをセメント比で0,3,6%添加したもの,それぞれを脱型後20℃,65%R.H.に放置し,その後20℃,65%R.H.に放置

した。0,1,2,3日目にとり出して100℃,2時間乾燥した。

2.2.2 脱型後の放置養生における雰囲気温度の影響を観察する実験—塩化カルシウムをセメント比0,3%添加したものについて脱型直後1枚ずつ塩化ビニールの袋に入れガムテープで密閉し水分の逃げを防ぎ,30,40,……80℃の雰囲気温度下に24時間放置した。その後ただちに20℃,65%R.H.に放置するものと,100℃,2時間の乾燥処理をしたのち20℃,65%R.H.に放置するものの2系列を設定した。

2.2.3 乾燥温度・時間の影響を観察する実験—塩化カルシウムをセメント比3%添加したもので、20℃,65%R.H.に24時間放置したのち、60,80,100,120℃の温度で1,2,3,4時間乾燥した。その後20℃,65%R.H.に放置した。

なお乾燥あるいは高温雰囲気についてはタバイ製パーフェクトオープン(PS-23型)を用いダンバ開度を30度(換気風量;0.15m³/min)に設定した。

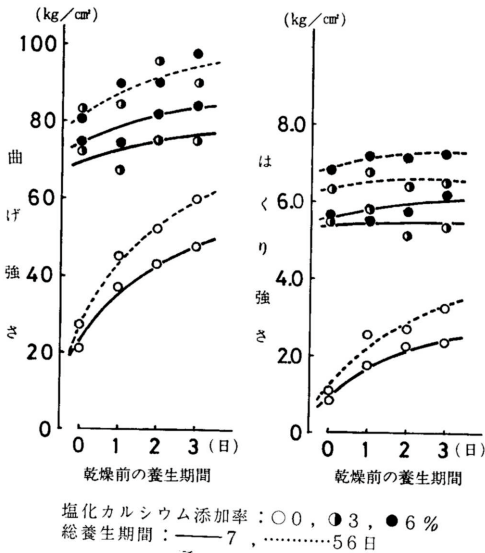
2.3 材質試験

2.2.1 については製板後7,56日目に,2.2.2と2.2.3については製板後3,56日目にとり出して曲げ強さ,はくり強さ,ボード含水率を測定した。材質試験方法の詳細については既報²⁾と同様である。

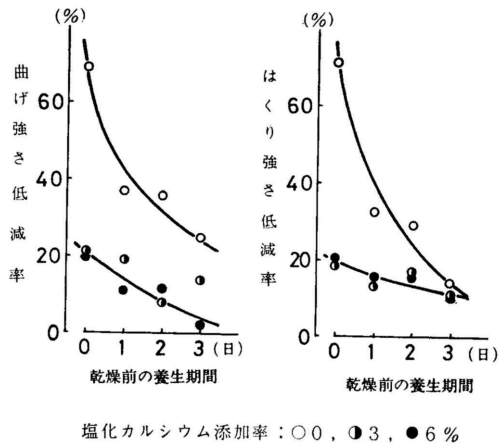
3. 実験結果と考察

3.1 脱型後乾燥工程に至るまでの放置養生期間の影響

第1図に塩化カルシウム添加率および総養生期間をパラメーターとし乾燥工程に入れるまでの常温(20℃,65%R.H.)における放置期間と材質の関係を示した。これによれば塩化カルシウムを添加しない場



第1図 機械的性質に対する乾燥前の養生期間の影響



第2図 機械的性質の低減に対する乾燥前の養生期間の影響
 (総養生期間：56日)

合、放置養生期間の影響は極めて大きい。特に脱型しやすく乾燥するのに比べて1日放置したのち乾燥した場合は曲げ強さ、はくり強さとも2倍近い増加を示している。放置期間1日以上のところでは強度の増加率は緩やかである。一方塩化カルシウムを添加した場合は無添加のものに比べ放置期間の影響があまり大きくあらわれていない。これは塩化カルシウムの添加によりセメントの硬化が促進され、脱型直後の段階で相当程度の強度が発現しているためであろう。材質の点からいえば、この場合でも放置期間を長くするのが有利といえるが、実際的には養生室のスペースと回転の面から決められよう。塩化カルシウム添加率について、無添加と3%のあいだで材質は急激に向上するが、3%と6%とのあいだの向上の度合は緩やかである。

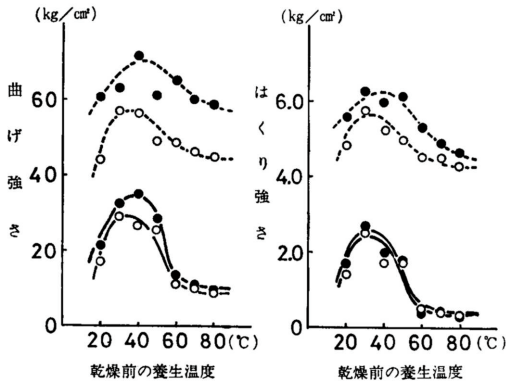
ところで第1図は圧縮養生、常温放置期間、乾燥工程およびその後の常温(20℃, 65%R.H.)養生期間を合計したいわば総養生期間に対する効果も示している。この養生期間が長くなれば乾燥工程に入れるまでの放置期間の影響の度合が少なくものと予想されたが、実験結果はこれを否定しており7日目のものにみられる挙動が56日目のものにもそのまま同調してあらわれている。このことはセメントの硬化と強度の発現に対して養生初期におけるインパクトとしての養生条

件がいかに重要であることを示している。

第2図に総養生期間56日目のものについて、乾燥工程を経ず20℃, 65%R.H.で養生されたコントロールボードの材質を100とし、乾燥工程を経た場合の材質の低減の度合を示した。パラメーターは塩化カルシウム添加率である。この図は第1図をいわば反転させたものに対応するが、乾燥処理による悪影響をより直観的に示している。塩化カルシウムを添加せず、脱型後直ちに乾燥処理したものは実に70%もの低減を示すが、3日間の放置期間をとると、曲げ強さ、はくり強さとも20%程度の低減にとどまっている。塩化カルシウムを添加するとこの低減の度合は相当低く抑えられる。しかし低減を皆無にするためには、なお長期間の放置が必要と思われる。なお乾燥的の放置期間の要因効果については既に岡氏によって見い出されている。³⁾

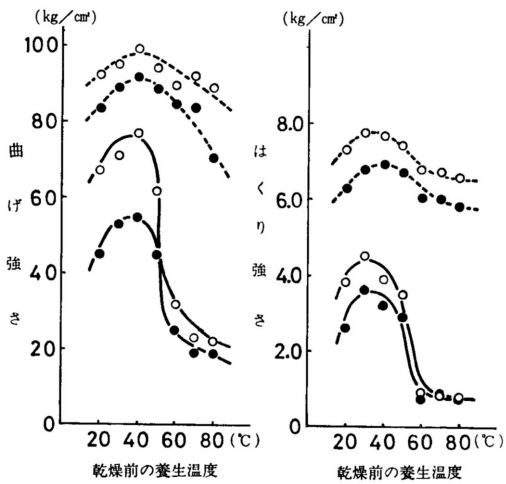
3.2 乾燥前の放置養生における雰囲気温度の影響

第3図、第4図にそれぞれ総養生期間が3日と56日目のものについて、乾燥前の放置養生における雰囲気温度と材質の関係を示した。比較のため各雰囲気温度下において養生したのち乾燥工程を経ず、直ちに20℃, 65%R.H.に移して養生したものの材質値も与えている。記号の種類でこれを区別し、結線の種類で塩化カルシウム添加の有無をあらわした。20℃に示し



乾燥工程：○なし，●100°C，2時間
塩化カルシウム添加率：——0，……3%

第3図 機械的性質に対する乾燥前の養生温度の影響
(総養生期間：3日)



乾燥工程：○なし，●100°C，2時間
塩化カルシウム添加率：——0，……3%

第4図 機械的性質に対する乾燥前の養生温度の影響
(総養生期間：56日)

た値は脱型直後20℃，65%R.H.に放置したものの、あるいはこの条件で24時間放置したのち乾燥処理をしたものであり、いわば対照値である。両図でみると塩化カルシウムを添加していないものは曲げ強さ、はくり強さとともに雰囲気温度が30～40℃までは増加し、これを越えると急激に低下している。塩化カルシウムを添加した場合もこれと似た傾向は認められるが、低下の程度は緩やかである。

塩化カルシウム無添加の場合雰囲気温度が60℃を

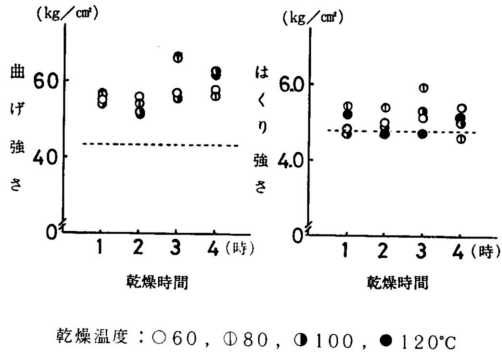
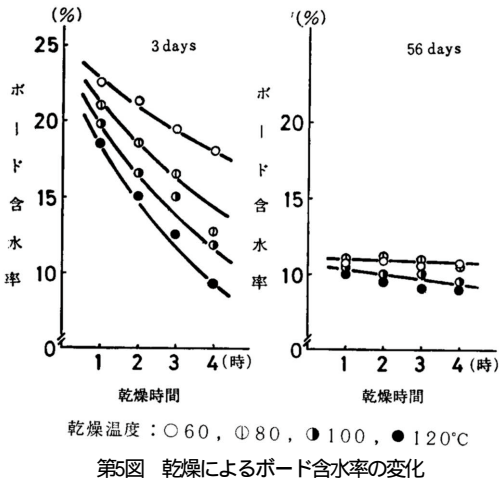
越えると長期強度の増加の度が少ない。この傾向はセトン・コンクリートの分野でも認められている。即ち、0～40℃の範囲では養生温度の上昇につれて高強度を示すが70℃を越すと長期強度の増進はなくなる。これは高温養生による水和反応促進のために、生成した水和物がセメント粉子のまわりに密実な皮膜をつくり、水の拡散を阻害し新しい水和層の生成を妨げ、絶対水含量を減少し、しかも開放的な微細構造を残しやすくその分布が不均一で密実性が欠けるため¹⁾とされている。塩化カルシウムを添加した場合高温による低下が緩やかなのは、脱型した段階で水和が相当すすみ、残されている未水和部分が相対的に少ないためと思われる。

なお同様の実験は岡氏、高野氏らによっても行なわれている。岡氏は室内温度を40、60、90℃に保ち約10時間養生すると、出荷時強度は60>40>90の順になり60℃がもっともよいとしている。³⁾また高野氏らは飽湿環境下で5、20、40、60℃で6日間養生した場合の13日以後83日目までの強度は20>5>40>60となり、20℃がよいとしている。⁴⁾本実験結果では既に述べたように30～40℃にピークがある。これらのちがいはそれぞれの設定温度における養生時間のちがいによるものではないかと思われる。

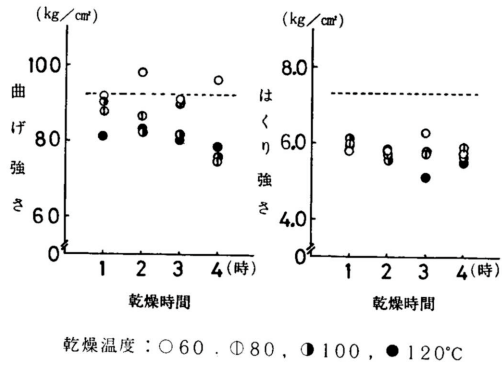
放置養生後の乾燥処理の効果について養生期間別にみると、56日目では乾燥処理をしないものの値が、したもののよりも上まわっており前節の挙動と一致するが、3日目では逆に乾燥処理をしたものの値が上まわっている。これは養生初期において、ボード含水率の高いことによるセメント粒子のすべりやすさに起因する材質低下の効果が、乾燥処理によって受ける悪影響の効果よりもみかけ上大きくあらわれるためと考えられる。

3.3 乾燥温度、時間の影響

これまでは乾燥温度、時間を100℃，2時間に固定しその前の養生条件がボード材質に与える影響を検討してきた。本節では塩化カルシウムを添加したもので、製板後24時間圧縮し、脱型後24時間20℃，65%R.H.に保ちその後所定の条件で乾燥したのち再び



第6図 機械的性質に対する乾燥温度・時間の影響 (総養生期間：3日)



第7図 機械的性質に対する乾燥温度・時間の影響 (総養生期間：56日)

20, 65% R.H. に放置する養生例について検討する。

第5図に製板後3日目と56日目のものについて、乾燥温度をパラメータにとり乾燥時間に対するボード含水率の変化を示した。3日目のものでは乾燥による効果が直接的にあらわれている。乾燥時間に対してボード含水率は単調に低下し、温度の高い程その低下の割合は大きい。56日目のものは20, 65% R.H. における該製品の平衡含水率と考えるとよい。80以下で乾燥されたものと100以上で乾燥されたものとは若干異なり、後者のものがやや低くあらわれているが10%附近のところにおちついている。ところで乾燥工程を平衡含水率までの含水率規制工程と考えれば、この実験例では100で約5時間、120で約3時間半程度の乾燥条件でよいといえよう。勿論この条件はこの実験例に固有であり、試料のセメント/木質比、混和水量、ボード比重、ボードの厚さ、大きさなどがかわればかわってくるはずである。

第6図に養生3日目の材質を示す。点線は乾燥工程を経ずに養生されたものの材質値である。乾燥工程を経たものの材質はこの点線の上側に位置している。乾燥温度、時間による影響は顕著にはみうけられない。第7図に養生56日目の材質を示す。点線は乾燥工程を経ないものの56日目の材質値である。曲げ強さで60乾燥のものがやや高い値を示しているが、大方は点線の下側に位置している。乾燥温度、時間の影響は認め

られずバラツキの範囲に含まれている。養生期間にかかわらず、材質に対する乾燥温度、時間の影響が明瞭にあらわれないことについて、塩化カルシウムを添加し、脱型後24時間の放置養生を経ているため乾燥によって受ける悪影響の程度が少ないこと、設定した60以上という温度が、前節で述べたようにセメントの水和進行に悪影響を与えるかどうかの臨界温度以上であることなどによるものと考えられる。

以上のことから長期の強度をある程度犠牲にすることを容認するならば、乾燥工程を製品の出荷を早めるための含水率規制工程と考えることは有効なことだと思われる。

4. まとめ

セメント/木質比；2.0, 水/セメント比；0.7, 設計予定比重：1.0とし塩化カルシウム添加率をかえた工

ゾマツ，トドマツ混合木片セメント板を製造し，乾燥に至るまでの放置養生期間，養生過程の雰囲気温度，乾燥条件などによるボードの機械的性質の変動について観察した。結果を要約すると次のとおりである。

(1) 脱型後乾燥に至るまでの放置養生期間の効果は極めて大きく，この期間を長くとる程乾燥による材質の低減が少ない。塩化カルシウムを添加すると乾燥による材質の低減は放置期間の短いところでも少ない。このことは塩化カルシウムを添加することにより，より早い時期に乾燥工程に移行できることを示している。

(2) 脱型後乾燥工程に入れるまで24時間放置養生する場合，その雰囲気温度は30～40℃がよく，それ以上の温度では材質が急激に低下する。塩化カルシウムを添加すると，この低下の割合は少なくなるがやはりマイナスである。従って塩化カルシウム添加の有無にかかわらず，30～40℃で養

生するのが望ましい。

(3) 塩化カルシウムを添加し，脱型後24時間常温で放置したのち60～120℃で1～4時間乾燥する例では，乾燥温度および時間のちがいで1による差がボード材質にあらわれない。ボード含水率は高温，長時間で単調に減少する。長期の強度をある程度犠牲にすることを容認するならば，乾燥工程を製品の出荷を早めるための含水率規制工程として考えることができる。

文 献

- 1) 例えば後英太郎：新しいセメント技術，31（誠文堂新光社）
- 2) 高橋利男ら：北林産試月報，8（1972.6）
- 3) 岡淳平：セメント・コンクリート，No.229，11（1966.3）
- 4) 高野了一，茅原正毅：木材と技術，No.10，13（1972.7）

- 木材部改良木材料 -
(原稿受理昭51.4.17)