

体験学習での使用を目的とした木工用ボンド混入セメント硬化体

苫小牧工業高等専門学校 正会員 廣川一巳
 苫小牧工業高等専門学校 正会員 渡辺暁央
 苫小牧工業高等専門学校(現ライト工業)有澤康則

1. はじめに

近年、大学や高専等の高等教育機関では、オープンキャンパスや出前授業などを積極的に行い、小中高生に科学技術を身近に体験してもらうことが一般的となった。土木分野においても同様のイベントを行っているが、本分野は社会基盤という非常に大規模なものを対象としており、教室等で手軽に体験学習するプログラムを考えることが難しい分野でもある。そのため、小中高生にとってはイメージが難しい分野に思われ、比較的コンパクトなものにできる機械、電気、情報といった分野に興味を持って行かれるように感じられる。

本文は、本校の土木技術体験プログラムの一つとして使用している木工用ボンドを混入したセメント硬化体を紹介するとともに、このセメント硬化体の特徴を明らかにすることを目的とした実験的検討の結果を報告するものである。

2. 開発経緯

我々の研究分野であるコンクリートは、セメント、水および骨材を練混ぜて、型枠に打設することにより自由な形状の構造部材を構築することができる材料である。また、コンクリートはほぼ純国産で、供給能力および価格安定性に優れており、最近ではコンクリートが公共事業の代名詞にも使用されるように、土木分野において必須の材料である。

このコンクリートを体験型学習に取り込む手段としては、コンクリートを練混ぜてオブジェを作製することや、オープンキャンパスなどで実験室が使用できるのであれば強度試験の実演などが挙げられる。前者のセメントを使ったオブジェの例としては、日本コンクリート工学協会のホームページ¹⁾に掲載されているように、セメントモルタルを練混ぜて紙粘土の要領で工作することや、特殊形状の製氷皿に流し込んでアクセサリを作ることが多い。本校においても、土木分野の「ものづくり」を体験してもらうという目的で、セメント材料をチューペットアイスの容器に流し込んで置物を作製するプログラムを実施している。

ここで使用するセメント硬化体は、本校の学生が何年もかけて改良したものであり、現在の形態として木工用ボンド混入セメント硬化体へ発展した。当初、セメントと砂を混ぜたモルタルの使用から始まったが、JIS 規定(水：セメント：砂=0.5:1:3)のモルタルでは、フレッシュ時の流動性が不十分で、入口の小さいチューペットアイスの容器に流し込むことが困難であり、良好な仕上がりにならなかった。そのため、砂の使用をやめてセメントペースト硬化体としたところ、充填性は良好なものになった。しかし、セメントペースト硬化体には致命的な欠点が発覚し、置物という性質から型枠から外した後に大気中に放置されるため、乾燥収縮によりひび割れが発生したのである。乾燥収縮によるひび割れの防止のためには、ポリマーセメントの使用が考えられるが、市販のポリマー混和剤は独特の臭いを放つため、体験学習用には不向きである。そこで発案されたのが、ポリマー混和剤の成分と同様の酢酸ビニルが使用されている「木工用ボンド」をセメントペーストに混入する手法である。

3. 木工用ボンド混入セメント硬化体の特徴

(1) 供試体の作製および実験概要

表-1 は、セメント硬化体の配合である。セメント

表-1 セメント硬化体の配合(重量比)

種類	水	ボンド	セメント	細骨材
モルタル	0.5	0	1	2
ペースト	0.5	0	1	0
ボンド混入ペースト	0.35	0.15	1	0

キーワード：初等向け体験学習，セメント硬化体，木工用ボンド，強度特性

連絡先：〒059-1275 北海道苫小牧市字錦岡 443 番地 苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL:0144-67-8057

は普通ポルトランドセメント，細骨材は川砂を使用した．練混ぜは手練りで行い，50mm×100mmの円柱および40×40×160mmの角柱供試体を作製し，材齢1日にて脱型し，20日の封緘養生を行った．

実験概要は，フレッシュ性状としてフロー試験を実施し，材齢1, 3, 7, 28日にて円柱供試体の圧縮強度および角柱供試体の曲げ強度試験を行った．また，材齢28日の供試体から試料を採取して粉碎し，粉末X線回折を行った．

(2) 実験結果

表-2はフレッシュ性状と硬化後の外観を示したものである．JIS規定のモルタルの配合は，セメント質量に対して3倍の細骨材を使用するが，使用目的を考慮してセメント量の2倍の細骨材を使用しており，フロー値を200mm以上確保している．また，セメントペーストは粘性が少なく液状であり，ブリージングが多く発生する．一方，ボンド混入ペーストは，モルタルと同程度の粘性と流動性を示し，ブリージングがほとんど発生しない．硬化後の特徴としては，ボンドを混入した場合，乾燥ひび割れが防止されるとともに，型枠表面の手触りがツルツルの状態になる．しかし，ボンドを混入したペーストは，練混ぜ時にエントラップドエアを比較的多く巻き込むようであり，密度が小さくなる．

図-1は，材齢の進行に伴う圧縮強度および曲げ強度の変化を示したものである．圧縮強度および曲げ強度とともに，モルタルの強度が最も大きくなり，ボンドを混入したペーストは，強度が小さくなる．特にボンドを混入したペーストの圧縮強度は，モルタルの強度の1/3程度であり，材齢28日においても16N/mm²でしかなく，一般的な構造用には使用できないことがわかる．この理由は，図-2に示すX線回折の結果から，セメントの水和反応によって生成される水酸化カルシウム(CH)のピークが，ボンド混入ペーストで小さくなっており，十分な水和反応が行われなかったことが要因と判断される．

4. まとめ

体験学習を考慮した木工用ボンド混入セメントペーストは，施工性や外観が良好であるが強度特性は通常のモルタル等より低下する．しかし，体験学習で使用するのであれば，強度発現が十分でなくても問題がないといえる．なお，本校で実際に使用する場合には，セメントに白色セメントを使用し，硬化後に油性ペン等でカラーリングしたり，練混ぜ段階で絵の具を混入して着色したりする工夫を行っている．

参考文献 1) 日本コンクリート工学協会ホームページ：<http://www.jci-net.or.jp/j/kousaku/index.html>

表-2 フレッシュ性状と硬化後の外観

	モルタル	ペースト	ボンド混入ペースト
フロー値(mm)	227	300以上	220
ブリージング	発生	発生	なし
乾燥ひび割れ	なし	発生	なし
表面性状	ザラザラ	ザラザラ	ツルツル
気泡の量	少ない	少ない	多い
密度(g/cm ³)	2.28	1.82	1.63

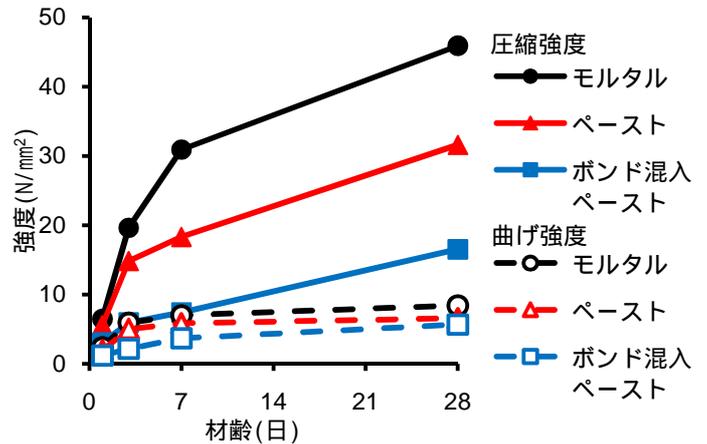


図-1 圧縮強度および曲げ強度

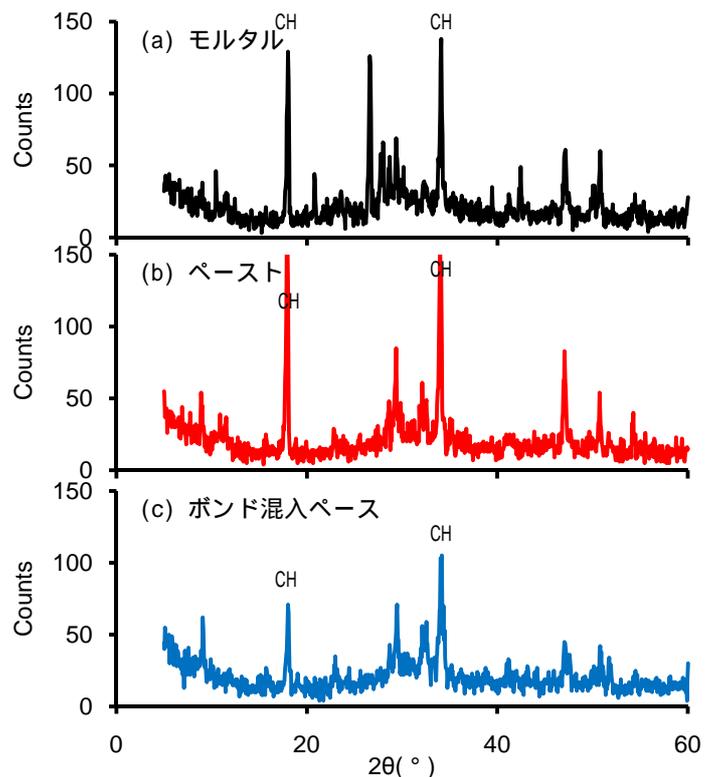


図-2 材齢28日のX線回折の結果