

三井建設(株) 正・田村 富雄
 広松 親

1. まえがき

近年、コンクリートの低温時の優れた性質を利用してコンクリートをLPGやLNGなどの低温液体貯槽や運搬船の構造材料として使用する例が増加してきた。

これらコンクリート製の貯槽や運搬船の施工方法としてプレキャストブロック工法を取り上げ、コンクリートブロック接手部および接着剤の極低温時の性状を調べる為に基礎的実験を行いましたので報告します。なお本実験は、三井造船(株)と共同で行いました。

2. 試験方法

試験は、次の項目に関して常温、 -50°C 、 -160°C 、(接着剤の場合は -196°C)の三段階で行った。

1) コンクリートのみの試験

JISA1108, 1113に準じて行い、供試体寸法は10cm径、20cm高さで、材令は4週のコンクリートを使用した。冷却は LN_2 を使用した超低温槽を使用し、試験時に保温カバーで覆い温度上昇の起らないように注意した。

2) コンクリートブロック接手部の試験

次の4種類のコンクリートブロックを使用して試験を行った。

Aタイプ：15cm×15cm×53cmの角柱、接手部のない一体のブロック

Bタイプ：AタイプのブロックにPC鋼棒により60(Kg/cm^2)のプレストレスを導入した。

Cタイプ：15cm×15cm×26cmの角柱を接着剤で接合した。接着方法は、端面のレイタンスを取り厚さ2mmの接着剤を両端面に塗り、30(Kg/cm^2)の加圧力をかけ常温で硬化させた。

Dタイプ：15cm×15cm×26cmの角柱の間にコンクリートと同じ強度のモルタルを5cmの厚さに充填した。

以上の供試体を超低温槽に入れて LN_2 を使用して供試体の表面と内部の温度差が 5°C 以内になるように徐々に冷却した。曲げ試験は、供試体に保温カバーをつけた状態で行った。

3) 接着剤試験

接着剤の種類は、3メーカー、4種類のエポキシ系接着剤を使用した。試験方法はJISK6911(熱硬化性プラスチック一般試験法)に準じて次の4項目の試験を行った。

圧縮試験、引張り試験、曲げ試験、硬度試験、熱膨張試験

冷却は、 -50°C では LN_2 で冷却した液体フレオン、 -196°C では LN_2 を使用し、いずれも供試体を冷媒中に浸漬して試験をし

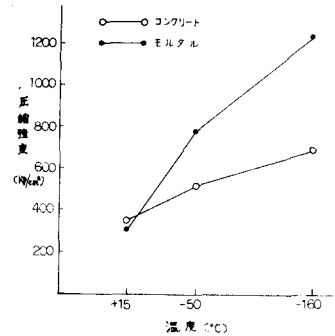


図-1 圧縮強度と温度の関係

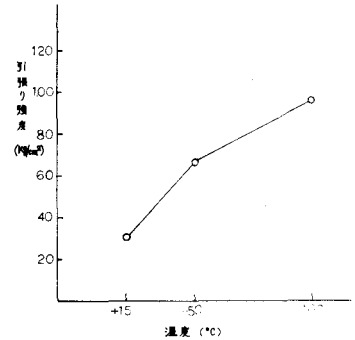


図-2 引張強度と温度の関係

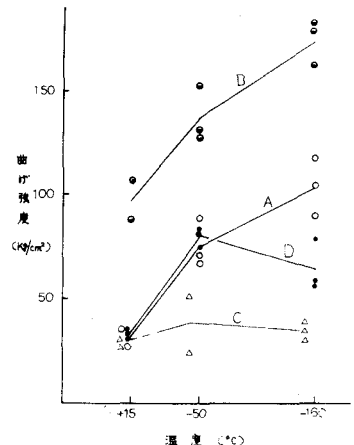


図-3 曲げ強度と温度の関係

行った。

3. 試験結果とその考察

1) コンクリート

図-1に圧縮強度と温度の関係を示す。コンクリート、モルタルともに低温時に強度が増加するがモルタルの方の強度増加が著しい。これは、コンクリートとモルタルの含水量の違いと思われる。コンクリートの引張り強度も図-2のように -160°C において常温時の3.3倍に達している。

2) コンクリートブロック接手

図-3にコンクリートブロック接手と温度の関係を示す。これよりAタイプの接手部の無いコンクリートブロックの曲げ強度は図-2のコンクリートの引張り強度の傾向と良く一致している。同様にBタイプのプレストレス導入ブロックは、Aタイプのブロックにプレストレス量 $60\text{ (kg/cm}^2\text{)}$ だけ平行移動した傾向と一致しており、超低温時のPCの優れている点がうかがえる。

Cタイプのブロックの低温時の強度の伸びが少い。接着剤単体では全ての力学的性質がコンクリートより優れているにもかかわらず、接着剤の低温時の強度の伸びが少い点と類似している点は興味深い。また接着剤の線膨張率がコンクリートの場合の約5倍もある事が、接着剤とコンクリート面との間でセン断破壊を生じている可能性も考えられる。

4) 接着剤

接着剤の試験結果を図-4～7に示す。全体的に低温での各種強度は、常温時にくらべて低下していない。圧縮強度は -50°C より低温側で頭打ちになる傾向にあるが、Dのみ直線的に増加している。すべての供試体がエポキシ系であるが各社により若干配合が異なっているので、この配合の違いが低温時に明らかに出てきたと考えられる。このDは全ての強度においても優れている。

次に引張り強度に関しては、バラツキが非常に多い、しかし低温時に極端な強度低下は生じないようである。このバラツキの原因としては、供試体作製時に十分な抜気ができなかったと考えられる。曲げ強度については全体的に強度が増加している。しかし、たわみ量が -196°C の場合には常温時の $1/3$ に減少しており、低温時に硬くなっている事がわかる。線膨張係数は図-7より 5×10^{-5} となり、コンクリートの場合の約5倍となった。この点は、低温時に使用する接着剤としては問題がある。

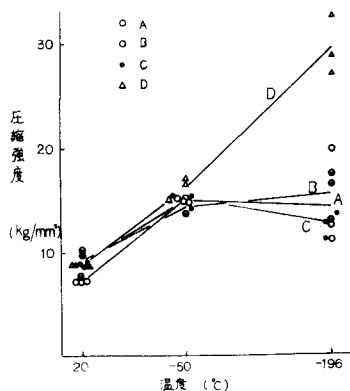


図-4 圧縮強度と温度の関係

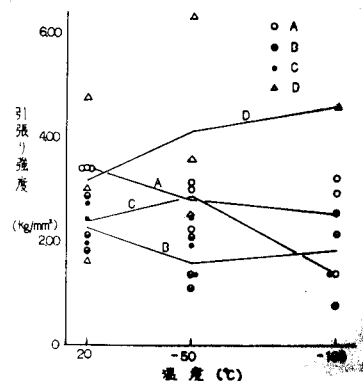


図-5 引張り強度と温度の関係

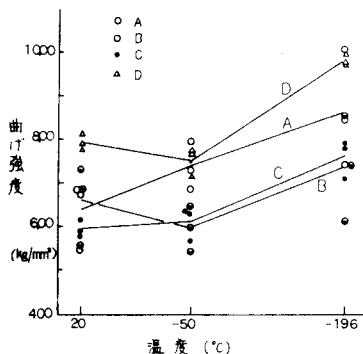


図-6 曲げ強度と温度の関係

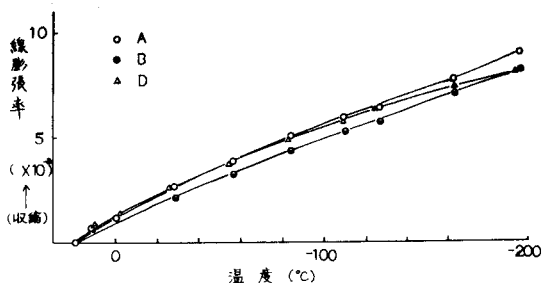


図-7 熱膨張試験結果