

プレキャストコンクリート部材の品質向上に関する研究

大阪支店 土木技術部 河中涼一

1. はじめに

コンクリート構造物の生産性向上のため、あらかじめ工場で製造されるプレキャスト(以下、PCa)コンクリート部材の活用に注目が集まっているが、コンクリートに用いる材料、製造方法および養生方法は、地域や工場によって異なり、これらの要因がコンクリートの性能に与える影響は小さくない。よって、本研究では、PCa コンクリート部材の使用材料、製造方法および養生方法がコンクリートの性能に及ぼす影響に関して実験を行い、高品質なプレキャストコンクリートを製造する方法について検討を行った。なお、本稿は岡山大学大学院綾野克紀教授・藤井隆史准教授のご指導のもと取りまとめた博士論文の一部を報告するもので、ここでは養生方法がコンクリートの性能に与える影響とポリプロピレン短繊維を添加したコンクリートの凍結融解抵抗性について記す。

より、組織が疎になるような高温で蒸気養生を行った場合には、コンクリートの乾燥収縮は小さくなるが、塩化物イオンの浸透性は大きくなることに留意する必要があることが分かった。

2. セメント種別と養生方法がコンクリートの性能に与える影響

プレキャストコンクリート製品の製造工場では、生産性向上のために打込み後のコンクリート製品に蒸気養生を施す場合があるが、その際に設定する最高温度は製造者の経験に基づくことが多い。

図-1 は、脱型後水中養生を行わずに材齢 1 日で乾燥を開始した早強ポルトランドセメント(以下、HPC)を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみの測定結果である。この図より、最高温度 80℃で養生を行ったコンクリートの乾燥収縮ひずみが、最高温度 50℃で養生および蒸気養生を行わずに 20℃の室内で養生を行ったものよりも小さくなっていることが分かる。コンクリートの乾燥収縮ひずみは、ペーストに存在する毛細管空隙中に存在する水の毛細管張力によって生じると言われており、80℃の高温で養生を行った場合はペーストの細孔が粗大化して毛細管張力が減少し、乾燥収縮ひずみが小さくなったと考えられる。

図-2 は、脱型後に 14 日間気中養生を行った HPC を用いたコンクリートを 91 日間塩水に浸漬させた後の塩化物イオン濃度分布を示したものである。蒸気養生の最高温度が 80℃の場合はコンクリート内部の塩化物イオン濃度が大きくなっていることが分かる。

図-3 は、図-2 に示した脱型後に気中養生を行った HPC を用いたコンクリートと水中養生を行ったコンクリートの塩化物イオン濃度分布から求めた見掛けの拡散係数と養生時の積算温度との関係を示したものである。積算温度が大きい、すなわち、養生温度が高いものほど、見掛けの拡散係数も大きくなっており、80℃で養生した場合には、20℃の室内で養生を行った場合と比較して約 4 倍大きくなっている。これらの結果

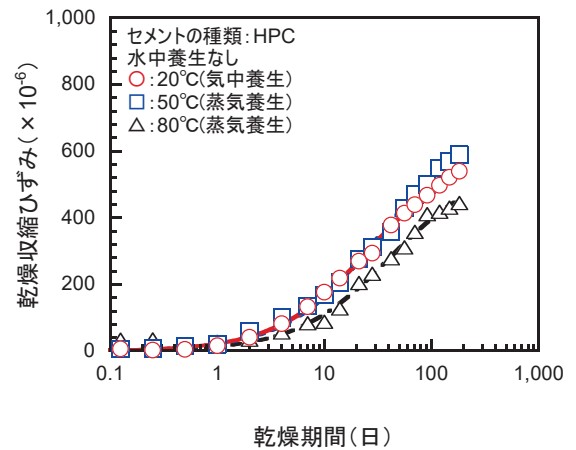


図-1 乾燥収縮の結果 (HPC : 水中養生なし)

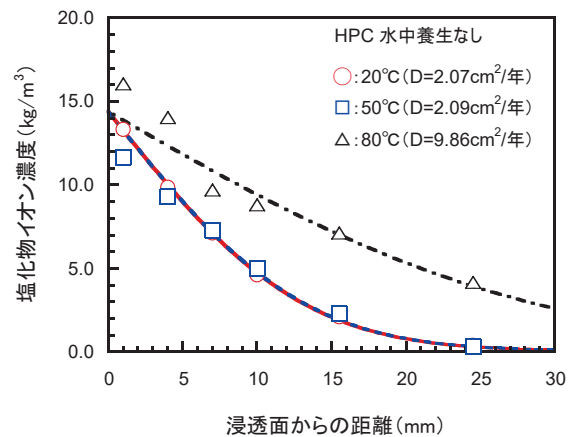


図-2 塩化物イオン分布 (HPC : 水中養生なし)

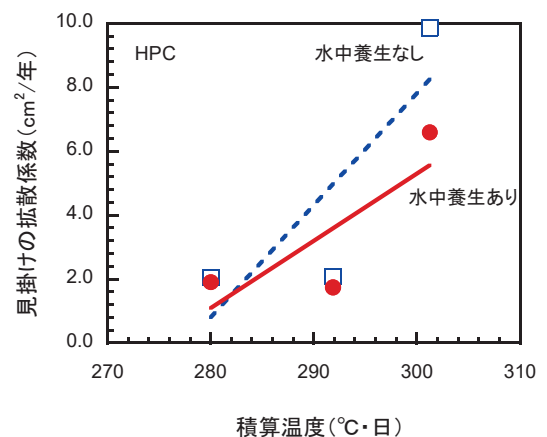


図-3 積算温度と塩化物イオンの拡散係数 (HPC)

3. ポリプロピレン短繊維を添加したコンクリートの凍結融解抵抗性

高速道路橋梁の老朽化した鉄筋コンクリート床版の更新工事には、剥落防止対策のために合成短繊維を添加した PCaPC 床版が採用される事例もある。しかし、HPC を用いた富配合の繊維コンクリートの凍結融解抵抗性については十分な研究がなされていない。そこで、本研究では、ポリプロピレン(以降、PP)短繊維を添加した PCaPC 製品向けコンクリートの塩水を用いた凍結融解試験を行った。PP 短繊維には写真-1 に示す繊維度が 2,000dt で長さが 30mm のものと繊維度が 30dt で長さが 12mm の 2 種類を用いた。

図-4 は、PP 短繊維を添加したコンクリートと添加していないコンクリートを用いた凍結融解試験の相対動弾性係数の測定結果である。PP 短繊維を添加していないコンクリートの相対動弾性係数は、300 サイクル終了後も 80%程度を確保できているが、PP 短繊維を添加した 2 種類のコンクリートの相対動弾性係数は、300 サイクル以前に 60%を下回っている。

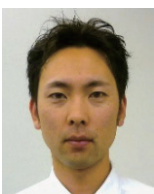
図-5 は、PP 短繊維を添加したコンクリートと添加していないコンクリートで行ったブリーディング試験の結果である。PP 短繊維を添加したコンクリートのブリーディング率は、いずれも短繊維を添加していないコンクリートの半分程度まで減少していることから、PP 短繊維を添加したことによる凍結融解抵抗性低下は、ブリーディング水がコンクリート中に留まって弱点を形成したことが原因となった可能性がある。

図-6 は、増粘剤を添加したコンクリートで作製した角柱供試体を用いた凍結融解試験の相対動弾性係数を示している。増粘剤を添加した場合、300 サイクル終了時でも短繊維コンクリートの相対動弾性係数は低下せず、増粘剤を添加していない場合の結果から大幅に改善していることが分かる。凍結融解抵抗性の低下が短繊維周辺に集積された余剰水に起因しているとするれば、増粘剤を添加することでブリーディング水が PP 短繊維の周辺に集積することなくコンクリート中に分散されることで凍結融解抵抗性が改善されたと推察される。

4. おわりに

本稿では PCaPC 製品の製造に深く関わる蒸気養生や繊維コンクリートの凍結融解抵抗性について述べた。本技報の別項「高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの PC 橋幅工事への適用」も小生の博士論文に関連する内容であり、参照頂ければ幸甚である。

Key Words : PCa コンクリート, 蒸気養生, PP 短繊維



河中涼一

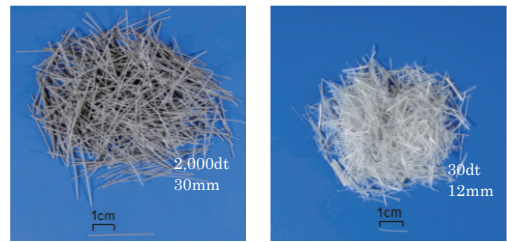


写真-1 試験に用いた 2 種類の PP 短繊維

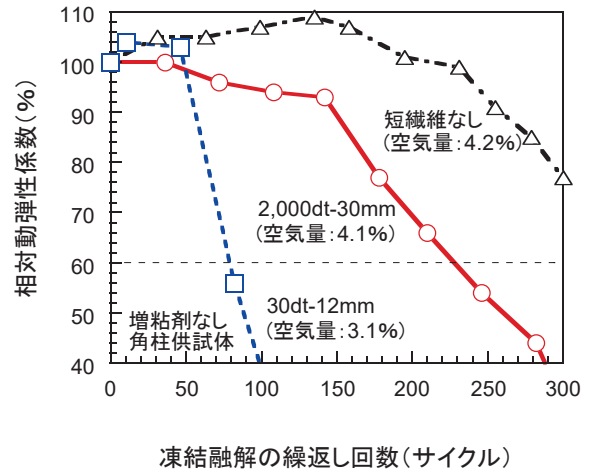


図-4 PP 短繊維の添加が凍結融解抵抗性に与える影響

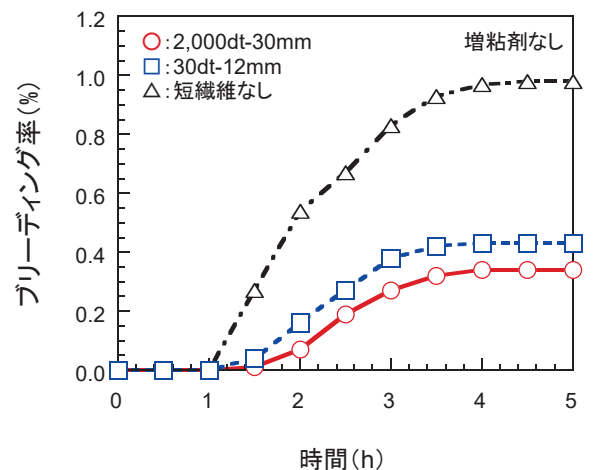


図-5 ブリーディング試験の結果

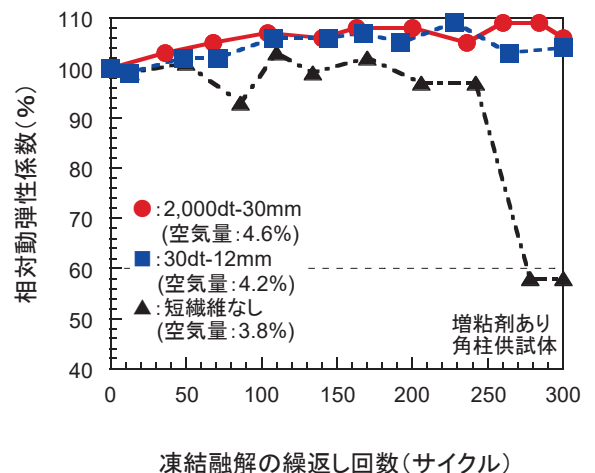


図-6 増粘剤を添加した場合の凍結融解抵抗性