

応力履歴を受けた超遅延コンクリートの強度特性に関する研究

宇都宮大学工学部 学生会員 ○浅香俊朗
 宇都宮大学大学院工学研究科 正会員 藤原浩巳
 宇都宮大学大学院工学研究科 正会員 丸岡正知
 株式会社フローリック 技術本部 正会員 高田良章

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の大型化に伴い部材の面積、厚さとも大きくなる傾向にある。この場合、一般にコンクリートを数回に分けて打設する。しかし、既設のコンクリートの硬化後に後打コンクリートを打設するため、後打コンクリートが既設コンクリートに拘束され、後打コンクリートの水和発熱による膨張・収縮作用により、打継目には大きなせん断応力作用、また、後打コンクリートには温度応力ひび割れが生じ、耐久性の低下につながる予測される。そこで、既設コンクリートと後打コンクリートの間に遅延剤を添加したコンクリート（以下、遅延コンクリート）を打設し、後打コンクリートの熱膨張・収縮が落ち着くまで、遅延コンクリート層が膨張・収縮に応じて流動するよう硬化の始発時間を調節し、打継目での破壊を防止するという工法が考えられている。

本研究では、遅延コンクリートが硬化以前に応力履歴を受けた場合の強度変化を確認するため、遅延剤を添加した配合・添加していない配合、また、それら2種の配合を重ねて打設した場合における強度試験を行い、その強度特性について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

本実験の使用材料を表1、使用したコンクリートの配合を表2に示す。配合1は、W/C=50%の一般的なコンクリートに超遅延剤を添加した配合である。超遅延剤の添加量は、マスコンクリートにおいて熱膨張が落ち着くと考えられる1週間を凝結遅延の目標に設定し、質量

表1 使用材料

| 種別 | 名称 | 記号 | 密度 (g/cm ³) |
|-----|--------------|-----|-------------------------|
| 水 | 上水道水 | W | 1.00 |
| 粉体 | 普通ポルトランドセメント | C | 3.15 |
| | 早強ポルトランドセメント | HC | 3.14 |
| 細骨材 | 鬼怒川産川砂 | S | 2.58 |
| 粗骨材 | 碎石 | G | 2.65 |
| 混和剤 | 高性能減水剤(配合3) | SP1 | 1.06 |
| | AE剤(配合3) | AE | 1.02 |
| | 超遅延剤 | SP2 | 1.20 |

比で(セメント×1.25%)とした¹⁾。また、超遅延剤を添加した場合の強度変化を見るため、配合1から超遅延剤を抜いたものを配合2とした。配合3では、配合1との比較のため、温度応力の発生しやすいW/C=25%とした。混和剤の添加量はスランプの目標値10±2.5cm(配合1,2)、20±2.5cm(配合3)を満たすように調整した。

2.2 実験項目および実験方法

本研究では、既設コンクリートと後打コンクリートの間で温度応力による拘束力を受ける遅延コンクリートについて、10×10×40cmの供試体を作成し、これに次に示すような方法で変形を与えた。これを応力履歴と定義し、応力履歴の有無による強度特性の変化を検討した。

変形を与える10×10×40cmの供試体については、図1に示す型枠を使用し、作成した(配合1,2,)。各配合の凝結始発時間をあらかじめ計測しておき(JISA 1147に準拠する)、配合1については打設後1週間経過した後に貫入抵抗値が上昇していないことを確認して変形を与える。配合3については貫入抵抗値が上昇し始める直前、すなわち今回は打設後1時間で供試体に変形を与えた。変形の与え方は、図1に示す、試験装置に各機器を設置し、型枠に入れたままの未硬化のコンクリートに約1分間かけて10³のひずみを与え、ひずみが10³に達したら速やかに変形を取り除き、静置した。

(1)圧縮強度試験：JISA 1108に準拠した。

変形を与えた供試体を用いた圧縮強度試験は、JISA 1107に準拠した。

ここで、配合1については1週間凝結が遅延されているため、打設後8日目に脱型を行い、その後27日間の水中養生を行った後に強度測定を行った。また、変形を与えていない配合1の圧縮供試体については、遅延剤の影響により材齢8日目で脱型が可能な強度を示さなかった

表2 示方配合

| 記号 | SL (cm) | W/C (%) | S/a (%) | 単位数(kg/m ³) | | | | | SP2(%) |
|-----|---------|---------|---------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|--------|
| | | | | W | C | HC | S | G | |
| 配合1 | 10±2.5 | 50 | 45 | 165 | 330 | 0 | 795 | 998 | 1.25 |
| 配合2 | | 50 | 45 | 165 | 330 | 0 | 795 | 998 | 0 |
| 配合3 | 20±2.5 | 25 | 35 | 165 | 0 | 660 | 524 | 999 | 0 |

キーワード：超遅延剤 温度応力 応力履歴

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科材料研究室 TEL 028-689-6209

ため、14日目での脱型し、その後27日間の水中養生を行った。(3)曲げ強度試験：JIS A 1108に準拠した。

なお、変形を与えた供試体を用いた曲げ強度試験は、変形を与えた時の上面を底面とし、曲げ強度試験を行った。脱型および養生は2.2(1)と同様とした。

3. 結果と考察

試験結果を図2, 3に示す。

配合1, 2を比較すると、超遅延剤を添加したことによる強度低下は無く、若干だが強度は増加している。よって、超遅延剤添加による強度への影響はほとんど認められないといえる。

配合1について応力履歴を受けた供試体と、受けていない供試体を比べると、応力履歴を受けた供試体は圧縮・曲げ強度ともに、減少した。遅延剤を含まない配合において、応力履歴の有無が強度に及ぼす影響を確認するため、参考として、配合3と比較した。配合1と3はW/Cが異なるため固有の強度は異なるものの、配合3では配合1に比べ応力履歴を受けたものは、応力履歴を受けていないものと比べ、大幅に強度が下がっていることがわかる。次式(1)により強度残存率を算出した結果を表3に示す。

$$\text{強度残存率(\%)} = \left(\frac{\text{応力履歴有りの強度}}{\text{応力履歴無しの強度}} \right) \times 100 \dots (1)$$

表3より、圧縮強度においては遅延剤無しの配合3において、ダメージを受けるとおよそ60%程度まで減少しているが、遅延剤を含む配合1では応力履歴を受けてない場合の80%程度の強度を有している。

曲げ強度については、配合3で10%程度の強度減少が見られるが、配合1においては、強度の減少はほぼ無いと考えられる。以上より遅延剤を含む配合におい

て、初期に10⁻³程度の応力履歴を与えても大きな強度変化を示さないと考えられる。

実施工を想定し、遅延剤を添加した配合1と、添加していない配合2を重ねて連続打設したものについて、応力履歴を与えた結果、圧縮・曲げ強度ともに、応力履歴を与えていない配合1, 2と比べても強度低下は認められなかった。重ね打ちを行った場合、各層の温度応力の違いから、打継目にせん断応力が生じ、ダメージを受けると考えられる。今回はさらに応力履歴を与えたにもかかわらず、強度が低下しなかったのは未硬化の遅延コンクリートが後打コンクリートの膨張に伴い流動し、打継目のダメージを最小限に抑えることが出来たからであると推測される。

4. まとめ

今回の実験においては、遅延剤添加による強度特性への影響はほぼ認められないことがわかった。また、遅延コンクリートに凝結以前に応力履歴を加えた場合、その影響は小さく、高い割合で強度は残存することが示された。

遅延コンクリート層によって、打継目でのダメージが抑えられることがわかった。

以上より、既設コンクリートと後打コンクリートの間に遅延コンクリート層を打設する工法は、後打コンクリートに欠陥を生じることなく、また上下コンクリートに挟まれた遅延コンクリートに問題となるような欠陥を生じず、温度ひび割れを抑制するための有用な工法となり得る。

参考文献

1) 内川陽平、太田達見、高田良章、友澤史紀：遅延剤を用いたコンクリートの凝結特性とその予測式・コンクリート工学年次論文集、Vol29, No1, 279~284, 2007

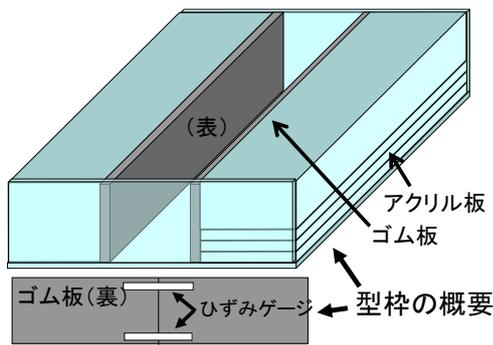


図1 ダメージ試験概要

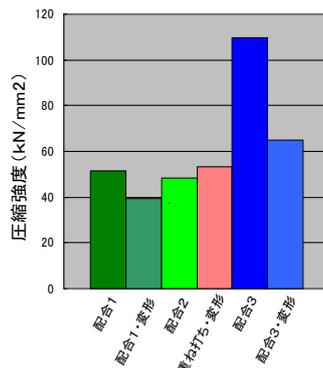


図2 圧縮強度試験結果

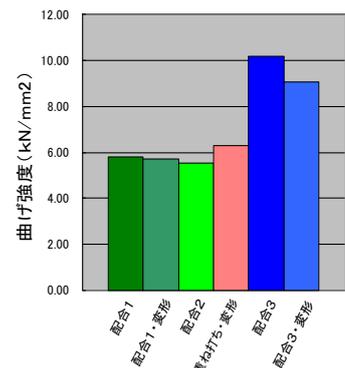


図3 曲げ強度試験結果

表3 強度残存率

| | 圧縮強度 | 曲げ強度 |
|-----|----------|------|
| | 強度残存率(%) | |
| 配合1 | 77 | 98 |
| 配合3 | 59 | 89 |