

マスコンクリートの効果的なひび割れ防止対策

西山 直洋*

Naohiro Nishiyama

1. はじめに

最近の鉄筋コンクリート構造物の大型化、高強度化に伴って、温度ひび割れ抑制対策を必要とするマスコンクリートの施工が増えている。温度ひび割れは漏水や鉄筋腐食などの発生原因ともなるので、耐久性、機能性に優れた構造物を建設するには、有害な温度ひび割れを出来る限り少なくする必要がある。

2. マスコンクリートのひび割れ制御

コンクリートは硬化する過程でセメントと水が反応して水和熱を発生し、これによりコンクリートの内部の温度が上昇し、部材寸法の大きい構造物では、温度勾配や温度収縮によってひび割れが発生する。

一般に、温度ひび割れの原因となる温度応力は、部材内部の温度分布が不均一な場合、および温度上昇・降下に伴って生じる体積変化が外的（特に立上がり部分が対象となる）に拘束された場合に発生し、これらによるひび割れをそれぞれ内部拘束ひび割れ、外部拘束ひび割れと称している¹⁾。

これら温度ひび割れの抑制として一般的には以下のような方策が用いられている。

(1) 水和発熱量や温度差の低減

セメント使用量の低減、低発熱型セメントの使用、混練ぜ水にアイスフレークや冷水の使用、液体窒素による骨材やコンクリートの冷却、パイプクーリングによる温度上昇の抑制、など

(2) 拘束度の低減

リフト高を低くする、打設間隔を短くする、旧コンクリートを暖める、保温養生を行うなど

(3) 発生応力の補償

プレストレスの導入、膨張混和材の使用、用心鉄筋の挿入、繊維や樹脂による補強など

これらの既往の手法に対し、今回提案する対策は超遅延剤を混和したコンクリートの利用により拘束度の低減を図ったものであり、今までの手法と比べまったく新しい方法であると言える。

3. ひび割れ防止対策の原理

外部拘束による温度ひび割れは、急激なコンクリート温度の上昇・下降に伴う部材断面内部の温度勾配、あるいは部材基盤も含めて部材を支持する隣接構造部材の変形拘束により生じる引張り応力が部材強度を超えた場合に発生する。

そこで、マスコンクリートとなる壁あるいは地中梁とその下の既設コンクリートとの間に遅延剤を混和したコンクリートの薄い層を設けることにより、超遅延コンクリートの熱膨張および収縮時で発生する拘束度を伝達する緩衝材となり、ひび割れの発生を抑制できる。

そのような効果を確認するために今回、超遅延コンクリートを併用打設することによるマスコン対策（仮称NSSM工法）を実現場に適用した。

4. 現場適用

本工法を東北支店東北文化学園大学講堂棟新築工事の地下躯体地中梁コンクリート工事に適用した。

今回対象となった構造物は地下ピット部分の耐圧版の厚さが1.2m その上部に梁幅1.8m 高さ2.7mの梁を後打ちという仕様であり、下部の拘束が大きく梁の温度も高温が予想され通常の対策では温度ひび割れ発生が避けられないと判断した。

超遅延剤の添加率と圧縮強度の発現に関して、図-1のような報告がある²⁾。しかし、コンクリート材料の種類や環境条件によって硬化時間が異なるため、施工に先立ち試験練りによって最適添加量を選定する必要がある。今回プラントでの室内試験の結果および図-1から求められる一般的使用量から、遅延剤の添加量をセメントに対して1.0%に設定した。

コンクリートの調査は表-1による（また防水材としてシリカ系無機質粉体C×0.1添加）。

表-1 コンクリートの調査 (kg/m³)

普通ポルト	水	粗骨材	細骨材	混和剤
335	164	1090	670	3.35

施工方法は耐圧版については先行して打設が行われており所定の強度は確認されていた。

その後地中梁を打設する時点でまず超遅延コンクリートを厚さ100~200mm程度打設し、その上部に躯体コンクリートを重ね打ちした。なお、これらのコンクリート打設の時間間隔は2~3時間で行っているが、翌日打設も可能である。今回、立ち上がり部分に図-2に示す位置に温度センサーを埋め込み、コンクリートの水和熱を測定しコンクリートの硬化状況の確認を行った。

コンクリート温度測定結果を図-3に示す。

*技術研究所技術研究部建築技術研究課

測点2の普通コンクリート中心部は3日で75℃まで上昇しているが、測点1の超遅延剤コンクリートにおいては上部躯体コンクリート温度の影響を受け温度上昇が見られるが、上昇温度が最高となるのは7~8日目においてであり、それまでの期間はコンクリートが硬化していないものと判断できる。また試験練りによっても硬化する材齢は10日程度と確認されており、ほぼ計画どおりにコンクリートの硬化が進行したものと推定できる。

本工法を採用した結果、後打ちの梁躯体コンクリートにはひび割れ発生が認められなかった。これは、梁躯体コンクリートが温度上昇および降下している段階においても、先行して打設したコンクリートとは縁が切れた状態となり、外部拘束を受けずに収縮することができたためと思われる。

5. 注意事項

本工法の採用にあたっては以下のことに注意が必要である。

- (1)内部拘束については他の対策を講じる必要がある。
- (2)材料・施工条件などにより効果が異なることから、必ず試験練りを行うこと。
- (3)側圧がかかる部分には十分な強度が確認されるまで対策を講じる。
- (4)超遅延剤コンクリートの強度確認は封かん養生で行うものとする。

6. まとめ

当社において当工法を採用した事例はまだ3回目であるが、いずれの場合にも型枠脱型後の調査結果からひび割れ発生は見られず、超遅延コンクリートの適用がマスコンクリートのひび割れ対策に有効な手法であると判断された。

また、超遅延コンクリートは従来のコンクリートに比べ約15~20%のコスト高となるが、使用量が全体ボリュームに比べ極端に少なく、あわせてその他のひび割れ低減策と比較しても費用対効果において有効な手段と判断できる。

謝辞：今回これらのデータ収集におきましては仙台南出張所小野所長、東北文化学園大学（作）齊藤副所長および現場の方々のご助力に謝意を表します。

参考文献

- 1) 当社技術資料「建築・設備技術情報」の内（CDR）ひび割れ防止対策編「マスコンクリート」
- 2) 竹内徹，長瀧重義：コンクリート用遅延剤の現状とその活用，月刊コンクリート，001.18，No.7，p29，jul. 1999.

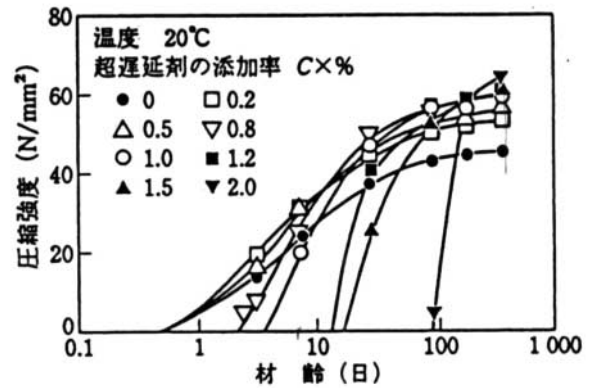
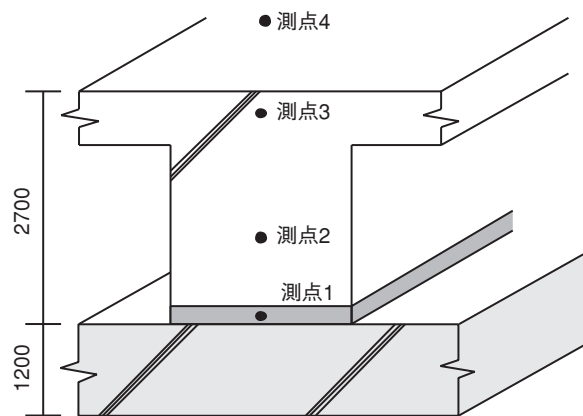


図-1 添加量と強度



凡例：測点1（超遅延剤コンクリート）
測点2（最も温度が上昇する部分）
測点3（コンクリート表面より10cm内部）
測点4（外気温）

図-2 温度センサー埋め込み位置

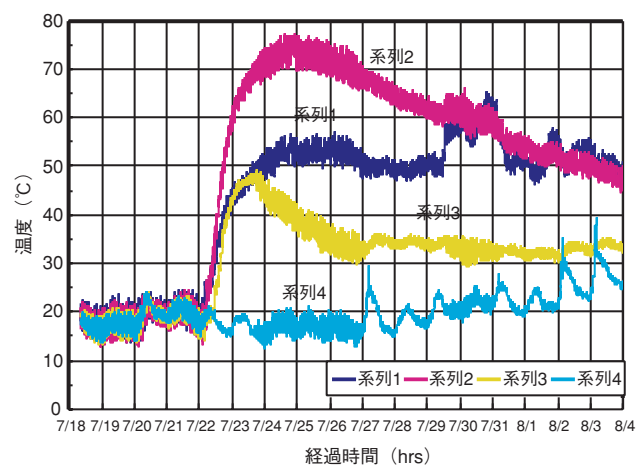


図-3 温度測定結果