

マスコンクリートのトータル管理システム

○大成建設(株) 名古屋支店 技術室 小熊 雅弘
 “ 工事次長 伊佐 望
 “ 作業所長 佐溝 憲治

1. 概要

尾張平野の西南部は、名古屋市近郊の豊かな稲作地帯であると共に伊勢湾台風の際に極めて甚大な被害を被った0m地帯である。日光川排水機場建設工事は、周囲に広がる農地を洪水時の湛水被害から防護するため、河口部に日本最大級の排水能力を有する排水ポンプ場を既設排水機場に隣接して新規建設するものである。当排水機場は、平均的な壁厚が1.5-2.0m、ポンプ周辺では3.5m以上もある非常にマッシブなRC構造であり、温度ひび割れの抑制が施工上のポイントであった。当工事では、温度応力抑制のため、超低発熱セメントやコンクリートプレクーリング等の新しい技術を複合的に使用し、高い成果を得ることができた。

2. 温度ひびわれ対策の検討

マスコンクリートのひび割れ発生の原因は、主にセメントの硬化時に発生する水和熱による温度応力が、コンクリートの持つ引張許容応力を超えるためであると考えられる。従って、マスコンクリートの温度ひび割れを抑制するためには、セメントの水和熱の低減及びコンクリートの材料温度の低減が有効である。そこで、本工事では、次のマスコンクリート対策を実施

表-1 ひび割れ発生予測

ケース	打設時期	打設温度	コンクリート壁厚	ひび割れ指数		
				7日	28日	91日
①	春(4/15)	20℃	2.5m	2.15	3.05	2.49
②	夏(8/15)	32℃	1.5m	2.62	1.14	1.07
③	夏(8/15)	32℃	2.0m	8.25	1.25	1.21
④	冬(12/15)	15℃	2.5m	2.08	1.93	1.04
⑤	冬(12/15)	15℃	2.5m	4.94	1.20	1.45

するものとした。①特殊セメントの使用(低発熱高炉セメントB種にフライアッシュ20%を加えた超低発熱セメント)、②単位セメント量の低減、③プレクーリング(練り混ぜ水の冷却工法)、④プレクーリング(CDC工法:液体窒素による生コンの直接冷却工法)

また、プレクーリングの必要性及び必要冷却温度を知るために、ひび割れ指数解析によるひび割れの発生予測を実施した。表-1にコンクリートの打設時期の気温及び施工対象の形態から、温度応力解析(ひび割れ解析)を実施した結果を示す。ケース②夏期における壁厚1.5mの打設、及びケース④冬期における壁厚3.75mでは、ひび割れ対策が必要になることが予測できる。

図-1に打設温度とひび割れ指数についての解析結果(ケース②)を示す。設計ひび割れ指数1.2を満足するためには、打設温度を30℃以下にする必要があることがわかる。

しかし、図-2に示すように8月の名古屋の外気温の経時変化を基に打設温度のシミュレーションを実施するとチラーのみを使用してもコンクリート温度が30℃以下とならない時間帯があることがわかる。そこで、生コン温度が30℃以上となる場合には、CDC工法を併用して、打設温度の低下を図るものとした。液体窒素の投入によるコンクリート品質への影響、投入原単位については、既往の研究⁽¹⁾を調査するとともに試験工事を行い確認を行った。

ひび割れ指数 : ひび割れの発生確率に対応しており、数値が大きいほど、ひび割れの発生確率は小さい
 1. 2 : ひび割れの発生は許すが、幅及び数を制限したい場合

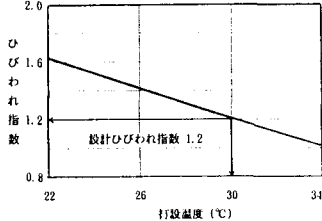


図-1 打設温度とひび割れ指数

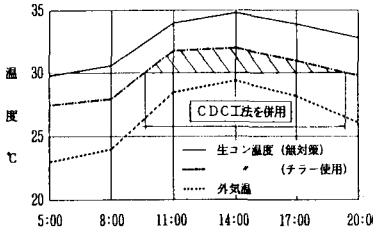


図-2 打設温度シミュレーション

3. プレクーリング工法

図-3に当工事で行ったプレクーリングのフローを示す。1次クーリングとして市中の生コンクリートプラントに移動式チラー（冷水機）を搬入し、練混ぜ水を4℃まで冷却することにより、練り上がり温度の低減を行った。また、1次クーリングのみで所定の打設温度を確保できない場合には、2次クーリングとして現場到着コンクリートの液体窒素投入による直接冷却を行った。移動式チラーは、チラーユニット、クーリングタワー、発電機により構成され、11tトラック2台による可搬式のものであり、打設日毎にプラントへ移動設置した。

4. CDC工法

生コンプラントから現場に到着した生コン温度をミキサー車のホッパー口から測温した。測温の結果、測定誤差及びポンプ圧送時の温度上昇各々1℃を考慮、28℃以上である場合には、液体窒素を投入により、冷却を行った。投入量は、自動計量装置により正確に管理し、気液分離ノズルにて的確に生コンクリートに投入するものとした。投入量は、過去の実績や試験工事により生コン1㎡あたり1℃冷却するために12kgの液体窒素を使用するものとした。

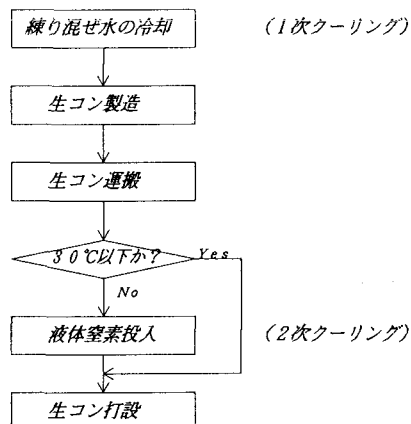


図-3 プレクーリングのフロー

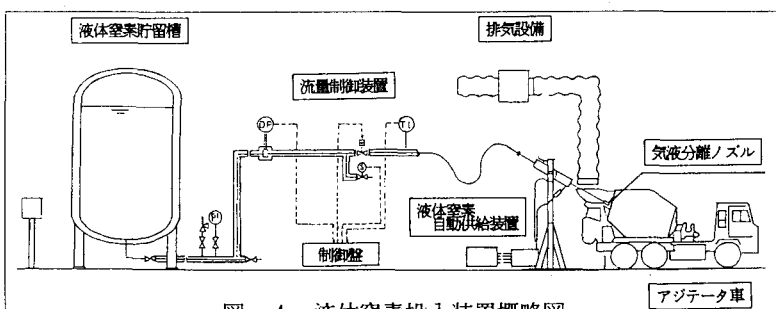


図-4 液体窒素投入装置概略図

5. 実施結果

図-5に平成4年夏に実施したプレクーリングの実施例を示す。外気温の変化によりチラーによる練り混ぜ水の冷却のみでは28℃以下に管理できなかった生コンクリート温度をCDC工法との組み合わせで、打設時には28℃以下にすることができた。生コンクリート1㎡を1℃冷やすのに必要な液体窒素量は、約11kg、コンクリート品質への影響もなく、既往の報告に近いものとなった。また当初、液体窒素使用量の20%程度がロスするものと考えたが、実際の運用では、打設インターバルが10日前後あったため、液体窒素の貯蔵による蒸発ロスが発生し、ロスは、30%程度生じた。液体窒素貯槽を現場内に置く当形式のCDC工法では、貯槽内にできるだけ液体窒素を残さないような連続打設等の工程管理が望まれる。

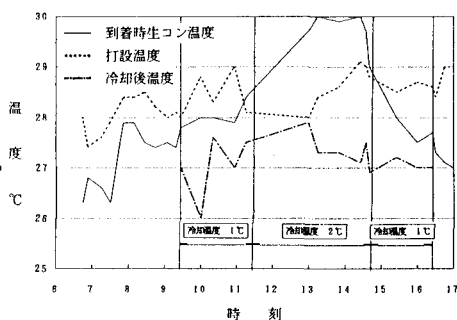


図-5 プレクーリング実施例

本工事では、低発熱セメント、練り混ぜ水の冷却、CDC工法と3つの新技術を積極的に組み合わせることで、経済的で施工性の高い高品質のマスコンクリートの管理手法を確立できたと考える。

最後に本工事施工にあたり、様々なご指導、ご鞭撻を頂きました東海農政局尾張西部事業所、東洋酸素㈱の皆様深く感謝いたします。

□参考文献 (1) 丸尾, 大友, 松岡, 菅谷, 安倍, 太竹, '液体窒素によるコンクリートプレクーリングの研究', 大成建設技術研究所報 第22号