

大規模コンクリート打設におけるひび割れ発生の検証と対策

(株)奥村組 ○長井 伸樹 (株)奥村組 本田 正明 (株)奥村組 正会員 菱田 大樹

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の大型化および大量急速施工に伴い、セメントの水和熱による温度ひび割れが発生する事例が増加しつつある。

本工事におけるコンクリート構造物は、高さ 28.0m、幅 25.1m×25.1m 壁厚 2.5m、底板厚 3.5mの構造物をはじめとし、大部分がマスコンクリートであり生コンクリート打設総数量は約 50,000m³である。

マスコンクリートの初期欠陥に代表されるひび割れは、コンクリートの品質に大きく影響する。原因は硬化時の水和熱で躯体の内部と表面の温度差が大きくなることにより、温度差による引張応力が躯体表面に生じることである。また、脱型によるコンクリート表面の急激な冷却乾燥が温度ひび割れを生じさせる。

本工事ではこの 2 種類の要因に対し硬化状態、現場環境に合わせた養生管理を実施することを技術提案として挙げている。

2. 提案内容

(1)躯体の温度管理

材齢 28 日間の長期養生において、初期養生および長期養生期間の最適な養生管理フロー(図-1)を選定するにあたり、外気温、養生温度、躯体内部・表面温度の計測が不可欠である。



図-1 養生管理フロー図

本工事では各養生期間への適切な移行タイミングを確実に把握するため、躯体の温度を断面中心と表面部(最外縁鉄筋位置)に埋め込んだ熱電対(図-2)で測定する「モバイル式コンクリート養生温度管理システム(NETIS:HK-100021-VE)」を採用した。この温度管理方法により脱型時期および養生期間の適切な選定を行う。

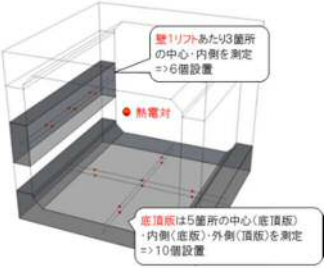


図-2 熱電対設置位置

(2)養生管理方法

本工事では打設後、脱型後、躯体内外温度差減少後に分けてそれぞれ養生を行う。

打設後水平面にうるおんマット S(図-3)を設置し、鉛直型枠面に断熱養生用保温シート(図-4)を設置する。

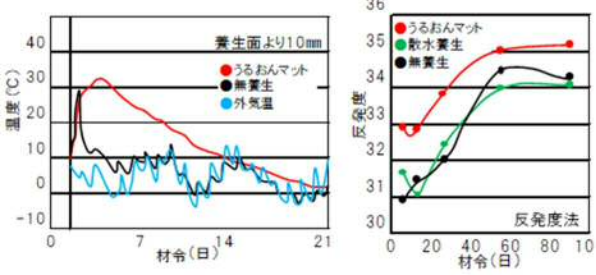


図-3 左図:養生面保温効果(当社実験) 右図:表面硬度(メーカー技術資料)

脱型後は型枠部の養生を断熱養生用保温シートからうるおんマットRへ取り替える(写真-1)。本養生を初期養生とし、度管理システムにより躯体内部と表面の温度差が 15℃になったことを確認できるまで養生する。

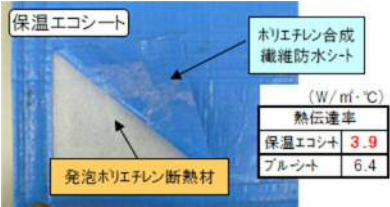


図-4 保温エコシートの構造・性能

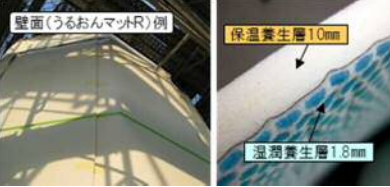


写真-1 うるおんマットR 構造・養生例

次いで長期養生段階として鉛直面の養生にポリフィルムを巻き立てる(写真-2)。ポリフィルムは厚さ0.15mmであり、次ステップの型枠取付に支障しないことから長期間養生を確実に行うことができる。また、無養生の構造物と比較してポリフィルム養生をした場合、脱型後から材齢 28 日までの壁表面部ひずみが約半分まで抑制した実績がある(図-5)。



左:写真-2 ポリフィルム養生(壁面) 右:現場検証の壁表面部ひずみ履歴(国交省:矢切函渠その9工事)

キーワード:大規模コンクリート 品質確保 ひび割れ対策

連絡先:〒157-0067 東京都世田谷区喜多見 7-35-15 TEL:03-5727-9217 FAX:03-5727-9218

(3)提案効果の事前検証

以上の養生を行った場合と無養生の場合について、現場の打設リフトおよび夏季に打設を予定していることを加味したうえで温度応力解析結果およびひび割れ指数を事前検証した結果を示す(図-5～図-7)。

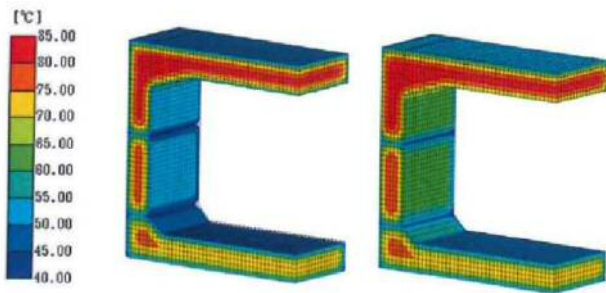


図-5 温度解析結果(左図:標準養生、右図:提案養生)

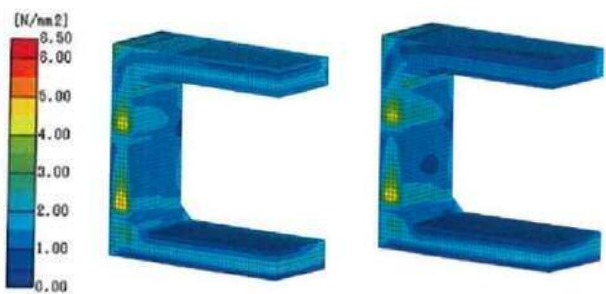


図-6 応力解析結果(左図:標準養生、右図:提案養生)



図-7 ひび割れ指数(左図:標準養生、右図:提案養生)

標準養生と比較し、提案養生を行うことによりひび割れ指数が上昇していることが分かる。しかし、壁リフトの下部、底板のハンチ下部分、壁リフトの上部側、部材の角部にひびわれ指数が小さくなることが判明した。

壁リフト下部については外部拘束型で部材を貫通するため耐久性への懸念があり、コンクリート温度を下げることを目的とした対策を講じる必要がある。

底板ハンチおよび壁 1 リフト目の上部については次リフト打設後に後打ちコンクリートの温度上昇により膨張した際、下層リフトの上側が引っ張られる現象が現れている。後打ちコンクリートの温度が低下すると、仮にひび割れが生じても閉塞するため、将来的な耐久性への影響は考えにくく、対処は不要と判断できる場合もある。

部材角部については内部拘束型のひび割れであり、打

設後数日内あるいは型枠脱型時に部材角面のみにひび割れが生じる。主に保温養生による対策が必要であるが、内部のコンクリートが低下するとひび割れが閉塞するため対処が不要と判断できる場合もある。

(4)追加対策

以上より技術提案のみではコンクリートの品質を確保できないことから、新たな対策を検討中である。

現段階では誘発目地を 5.0m ピッチで設置することを 1 つの対策案として検討中である。温度応力解析結果および、ひびわれ指数結果を示す(図-8～図-10)。

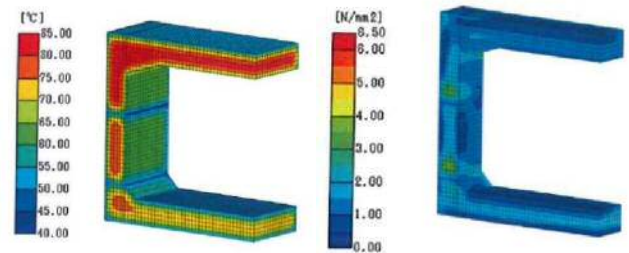


図-8 温度解析結果(目地追加)

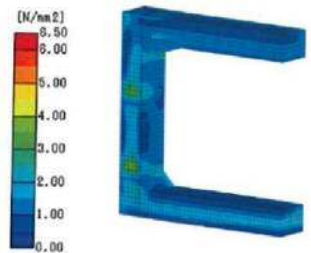


図-9 応力解析結果(目地追加)

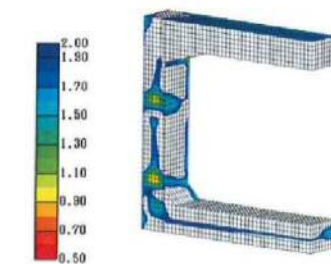


図-10 ひび割れ指数(目地追加)

3. おわりに

本検証により技術提案による対策では、当初条件に含まれていなかった打設リフト計画および夏季打設を条件に加味したことにより、大規模コンクリート打設における温度ひび割れにおいて対策が不十分であることが判明した。

本稿では誘発目地の追加のみの紹介となったが、現在セメント種の変更や混和材の追加等について検討中である。

講演会当日には検討結果および対策全容を報告したい所存である。

参考文献:コンクリート標準示方書施工編 2012 年度制定
公益社団法人 土木学会 発行