

調圧水槽工事のひび割れ制御（コンクリート構造物）の検討

A study of crack control on a surge tank construction

結城 耕治* 美濃谷 茂次** ○猪谷 幸司**
Koji YUUKI Shigeji MINOYA Koji INOTANI

1. はじめに 調圧水槽は、パイプラインの減圧を目的とした施設であり、壁高 30.0m、内径 36.0m、総貯水量約 30,000m³、側壁の厚さ 0.55m、底版の厚さ 0.9m の現場打 PC タンクである。

建設地点は、JR 北陸本線から約 80m に位置し常に乗客の目にとまることになり、かつ農村地帯で周囲に高い構造物が無いことから、地域住民から見た場合ランドマーク的な存在となる。

また、調圧水槽内の最高水圧が静水圧で 30m 近くあり、側壁部に貫通ひび割れによる漏水があると、かなりの勢いで水が流出し、使用性や第三者への影響が心配される。

調圧水槽は、側壁が 50cm 以上あり、下端が拘束されているためコンクリート標準示方書ではマスコンクリートに該当する。マスコンクリートはセメント水和熱による構造物の温度変化に伴って生じる温度応力により、構造物にひび割れが発生し、その機能を低下させてしまうことがあるため、ひび割れ抑制対策が必要となった。

本報告は、温度ひび割れ解析を実施し、その結果に基づき講じた、ひび割れ抑制対策を報告するものである。

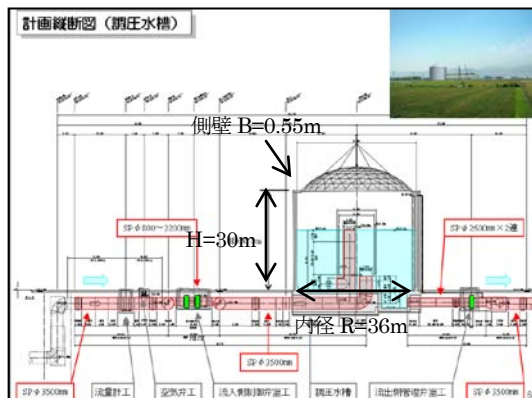
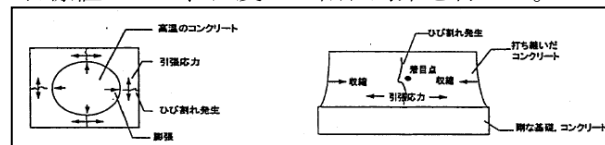


図.1 調圧水槽断面図

2. 調圧水槽の要求性能 温度ひび割れの発生は、内部拘束応力・外部拘束応力によるものがある。マスコンクリート内部と外部の温度差に

より発生するものが、内部拘束応力によるひび割れ（表面ひび割れ）であり、既設構造物に拘束され新設コンクリートの自由な熱変形を阻害することにより発生するものが、外部拘束応力によるひび割れ（貫通ひび割れ）である。外部拘束応力によるひび割れは、躯体を貫通するひび割れとなるため、水密性が要求される調圧水槽にとっては、ひび割れを抑制することが不可欠である。

よって、水密性が要求される部材として、コンクリート標準示方書（設計編）解説表 12.2.1 より、「ひび割れ発生をできるだけ制御したい場合」の安全係数を適用し温度ひび割れ指数 1.45 以上を目標値として、温度ひび割れ対策を行った。



(1) 内部拘束応力 (2) 外部拘束応力

図.2 ひび割れ模式図

3. 温度応力解析

3.1 解析方法 土木学会「コンクリート標準示方書」設計編（2007）に準拠し、温度解析および温度応力解析を FEM による 2 次元解析により実施した。

3.2 解析対象 解析対象は調圧水槽および付帯構造物とするが、報告の対象は側壁部（H=30.0m B=0.55m（ハンチ部除く））とした。

3.3 解析条件 打設間隔は中 6 日を基本とし、実工程に基づき設定した。リフト高さはハンチ部 0.9m 側壁部 1.8m 最上部 2.1m の計 18 リフトの施工とした。コンクリートは実際の配合計画値を採用し、材料物性値の解析パラメーターは、コンクリート標準示方書を採用し、外温度については、近傍の気象庁気象統計情報の福井市平均外気温を採用した。

* 北陸農政局 土地改良技術事務所 Hokuriku Regional Agricultural Administration Office Land Improvement General Office

** 北陸農政局 九頭竜川下流農業水利事業所 Hokuriku Regional Agricultural Administration Office Kuzuryu-gawa-karyuu National Irrigation Project Office

キーワード 鉄筋コンクリート 配合設計 工法施工 ひび割れ

3.4 解析のポイント 温度応力解析の結果で目標ひび割れ指数 1.45 以上を満足できない場合は、現場で対応可能なひび割れ抑制対策を追加し再度解析を行う。本現場で対応可能な対策として、セメント種類の変更、混和材・混和剤、打設方法、養生方法等がある。

4. 解析結果 解析結果および条件を以下に示す。当初設計の解析を行った結果、上・下リフト拘束の影響で、リフトが低いほどひび割れ指数が低くなり、ひび割れ発生の確率が高いことがわかった。よって今回の報告では特に水密性が重要となる1リフト目に着目し、段階的に対策を検討した。

- (1) 当初設計：未対策→【ひび割れ指数 0.88】
- (2) STEP1：コンクリートの水和熱を下げ温度上昇抑制を目的として、セメント材料を高炉セメント B から普通ポルトランドセメントに変更→【ひび割れ指数 1.05】
- (3) STEP2：コンクリートの単位セメント量を下げ温度上昇抑制を目的として高性能 AE 減水剤を追加→【ひび割れ指数 1.11】
- (4) STEP3：養生方法を改善し温度上昇を抑制する事を目的として、シースキューリング（ポストスキューリング）を追加→【ひび割れ指数 1.18】

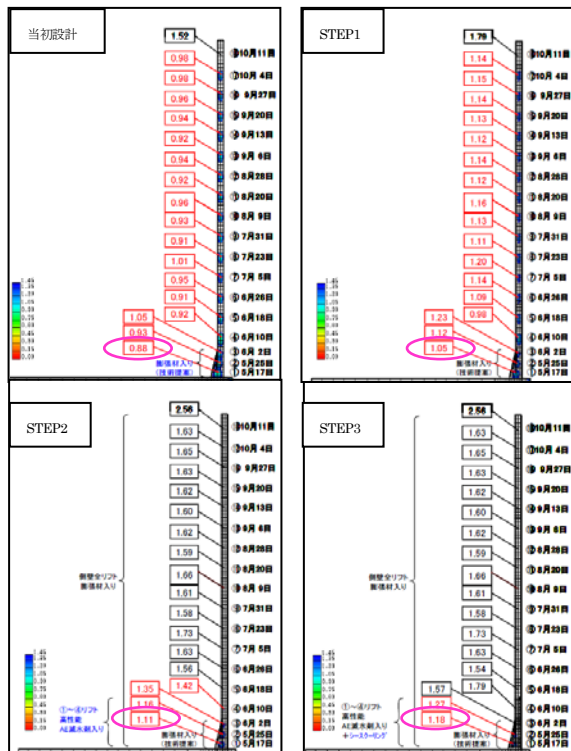


図.3 温度応力解析結果

5. 改善策の検討 現場で対応可能なひび割れ抑制対策を行ったにもかかわらず、解析の結果1~2 リフトについては目標としているひび割れ指数 1.45 は満足できず、改善策が必要となった。

最大ひび割れ幅とひび割れ指数は、密接な関係があり、ひび割れ指数と鉄筋比により最大ひび割れ幅を推測することができる。

「マスコンクリートのひび割れ制御指針2008」解説表3.2.4、解説表-3.2.5、及び「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針」表-4.1より、水密性・防水性等から見た場合に有害とされるひび割れ幅を適用し、0.2mm以内を目標として鉄筋比を高めることにより、最大ひび割れ幅を抑制することとした。

検討を行った結果、鉄筋を D13 から D19 に変更し鉄筋量を増やすことにより、最大ひび割れ幅が 0.16mm となり、有害ひび割れ幅 0.2mm 以下に抑制することが出来た。

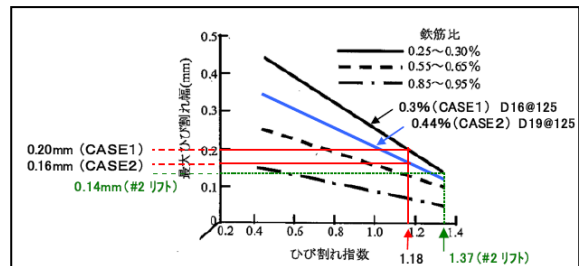


図.4 ひび割れ指数とひび割れ幅の関係

6. まとめ 調圧水槽側壁のマスコンクリート温度応力解析を行い、現場で対応可能なひび割れ抑制対策の検討を行い、解析上ではひび割れ幅を抑制し水密性の確保という要求性能を満足することが出来た。

温度応力解析上では、ひび割れを抑制することが出来たが、実際のコンクリート打設・養生がひび割れ発生要素の一部となるため、施工管理を徹底して、ねらいの品質であるひび割れ発生を抑制していきたい。

参考文献

- 1) コンクリート標準示方書 2007 土木学会
- 2) マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008, 日本コンクリート工学協会