

大深度立坑坑口部のマスコンクリート構造物の温度ひび割れ対策 (その2：解析結果と対策効果の確認)

大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 〇市原 三馨
 (独) 日本原子力研究開発機構 正会員 尾留川 剛
 (独) 日本原子力研究開発機構 正会員 山上 光憲
 大成建設(株) 札幌支店 正会員 名合 牧人
 大成建設(株) 札幌支店 正会員 土井 崇志

1. はじめに

立坑坑口部の櫓設備基礎(以下、上部工と記す)がマスコンクリート構造物となるため、単位セメント量の低減、温度制御養生の実施、三成分系セメントの使用による温度ひび割れ制御を行った。本稿では、換気立坑および東立坑の上部工を対象とする温度ひび割れ制御を目的として実施した解析結果と対策効果について報告する。

2. 温度応力ひび割れ対策

換気立坑坑口部では、単位セメント量の低減、温度制御養生の実施による温度ひび割れ制御を行った。東立坑坑口部では、単位セメント量の低減、温度制御養生の実施、三成分系セメントの使用による温度ひび割れ制御を行った。両立坑で使用したコンクリートの配合を表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

| 適用構造物 | セメントの種類 | 設計基準強度(N/mm ²) | 粗骨材の最大寸法 | スランプ(cm) | 水セメント比(%) | 空気量(%) | 細骨材率(%) | 単位量(kg/m ³) | | | | 混和剤(C×wt%) |
|-------|---------|----------------------------|----------|----------|-----------|--------|---------|-------------------------|-------------------|-------|-------|------------|
| | | | | | | | | 水 W | セメント C | 細骨材 S | 粗骨材 G | |
| 換気立坑 | BB | 24 | 25 | 12 | 52.3 | 4.5 | 42.5 | 153 | 293 | 795 | 1100 | 0.25 |
| 東立坑 | FBB | 24 | 25 | 12 | 52.3 | 4.5 | 42.5 | 153 | 293 ^{※1} | 785 | 1086 | 0.25 |

※1：単位セメント量の20%をフライアッシュで置換

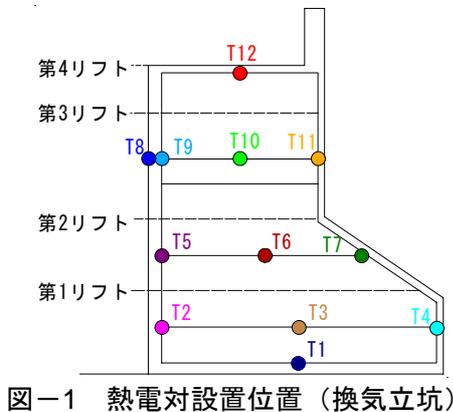


図-1 熱電対設置位置(換気立坑)

3. 換気立坑での温度事後解析におけるコンクリート温度のフィッティング

型枠の熱伝達率、コンクリートの熱伝導率および比熱をパラメータとし、図-1に示す位置に設置した熱電対によるコンクリート温度計測結果(図-2)と解析から得られた温度変化のフィッティングを行った(図-3)。その結果、表-2, 3に示す熱物性値が得られた。

温度測定結果と事後解析を比較すると、良好なフィッティング結果が示され、型枠の熱伝達率、コンクリートの熱伝導率、比熱は適切に評価されていると考えられる。

表-2 コンクリートの熱伝導率, 比熱

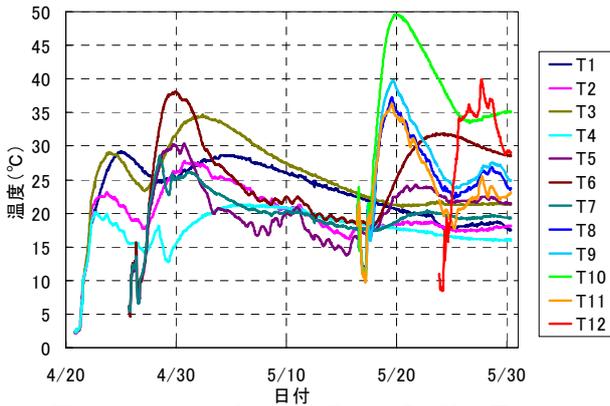
| | |
|-------------|------|
| 熱伝導率(W/m°C) | 2.70 |
| 比熱(KJ/kg°C) | 1.15 |

表-3 養生方法および熱伝達率(換気立坑)

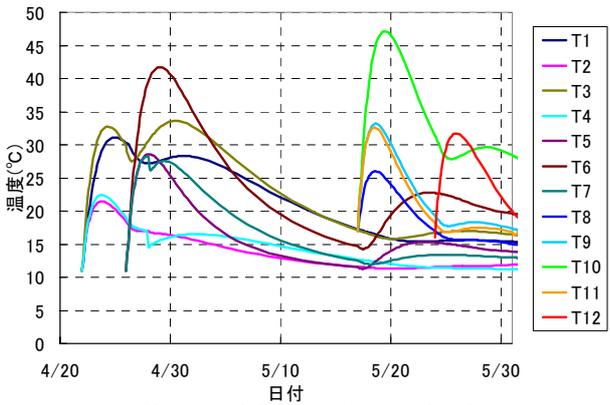
| 境界面 | 養生方法 | 熱伝達率(W/m ² °C) |
|--------------|-------|---------------------------|
| 第1, 2リフト上面 | 養生マット | 12(初期14日間) → 14(15日目以降) |
| 第3, 4リフト上面 | 養生マット | 6(初期14日間) → 14(15日目以降) |
| 第1リフト側面 | 合板型枠 | 12(初期6日間) → 14(7日目以降) |
| 第2リフト側面 | 合板型枠 | 10(初期2日間) → 14(3日目以降) |
| 第3リフト側面(外周側) | 合板型枠 | 6(初期10日間) → 14(11日目以降) |
| 第3リフト側面(円形側) | 合板型枠 | 6(初期13日間) → 14(14日目以降) |
| 第4リフト側面(外周側) | 合板型枠 | 6(初期3日間) → 14(4日目以降) |
| 第4リフト側面(円形側) | 合板型枠 | 6(初期6日間) → 14(7日目以降) |

キーワード 温度応力, マスコンクリート, 三成分系セメント, 温度制御養生

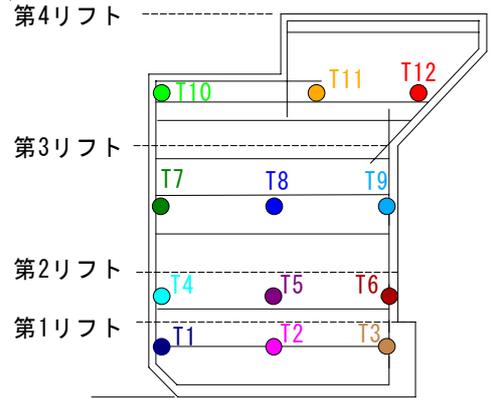
連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL 045-814-7230



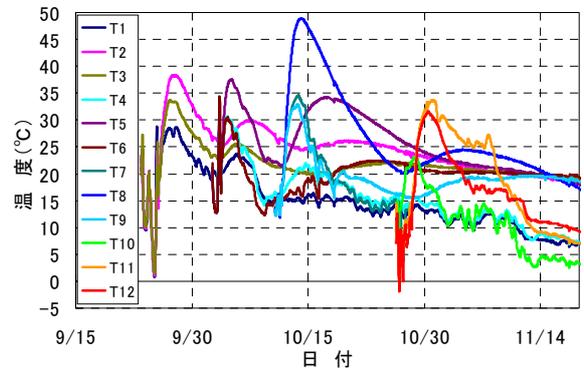
図一2 換気立坑躯体温度 (計測結果)



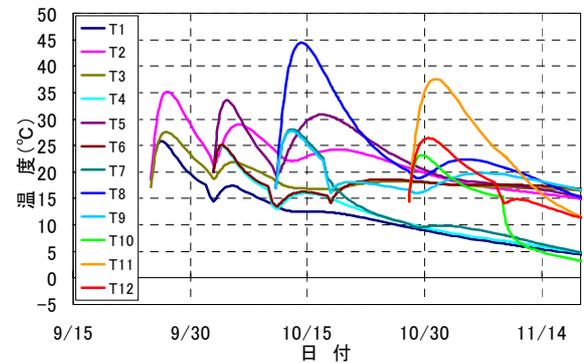
図一3 換気立坑躯体温度 (解析結果)



図一4 熱電対設置位置 (東立坑)



図一5 東立坑躯体温度 (計測結果)



図一6 東立坑躯体温度 (解析結果)

4. 東立坑での温度解析によるフィッティングの妥当性の検証

東立坑上部工施工時は、熱電対を図一4の位置に設置のうえ、コンクリート温度を測定し、解析結果と温度測定結果を比較した。

躯体温度の計測を図一5に、温度解析の結果を図一6に示す。

温度測定の結果、換気立坑上部工での温度事後解析結果と同様な傾向が示され、設定した解析条件は適切であったといえる。

5. 結論

立坑坑口部に構築する上部工がマスコンクリート構造物となるため、単位セメント量の低減、温度制御養生、三成分系セメントの使用により温度ひび割れ制御を行った。実施にあたっては、温度応力解析を行って、それを実施工に適用した。その結果、換気立坑、東立坑の両上部工において温度ひび割れは認められず、良質な躯体が構築された。

また、換気立坑上部工において、温度解析と温度計測のフィッティングを行い、諸物性値の再設定を

実施した上で東立坑の事前解析を実施した結果、東立坑においても上部工打設時のコンクリート温度計測結果と解析結果が良好に近似しており、その解析手法の妥当性が確認された。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 [施工編]，2002
- 2) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひび割れ制御指針，2001.5