

ひび割れ抑制を目的とした品質証明システムを実構造物に適用した事例

鹿島建設(株) 正会員 ○今川 将秀 山口 留彦 関 春彦 関 健吾
横浜国立大学大学院 正会員 細田 暁

1. はじめに

コンクリート構造物の品質確保・向上に向けた対策として、ひび割れの抑制を目的とした品質証明システムを導入した施工事例について報告する。

2. 品質証明システムの概要

品質証明システムとは、施工者が PDCA (Plan ; 施工計画, Do ; 施工・品質管理, Check ; 品質検査, Act ; 不具合の処置・改善) を完結し、より高い品質のコンクリート構造物を構築するためのシステムである。

従来は、Plan ; 施工計画において温度応力解析を実施し、その結果に応じてセメント種類の変更などのひび割れ抑制対策を講じて、Do ; 実施施工・品質管理が行われる。この際、温度応力解析の入力条件には、セメントメーカーなどの技術資料やコンクリート標準示方書[設計編]¹⁾に示される値を用いるため、事前の解析結果と実際の状況に乖離が生じることが懸念される。Check ; 品質検査では、発注者が主体のひび割れ発生状況の検査が行われ、ひび割れが認められた場合には、Act ; 不具合の処置・改善として発注者の指示に従い補修がなされる。しかしながら、品質検査において得られる情報は、ひび割れが生じたかどうかのみに留まるため、次ブロックのコンクリート施工へのフィードバックが難しい。

これに対し、ひび割れ抑制を目的とした品質証明を導入した PDCA の例を図-1に示す。品質証明システムでは、Do ; 施工・品質管理において、コンクリート内部温度やひずみの計測などを行う。Check ; 品質検査では、実際のひび割れ発生状況を検査するとともに、計測結果を用いて温度応力解析の入力条件を設定した上でひび割れの評価を行う。このため、ひび割れ抑制対策の効果を定量的に評価して証明できる。また、Act ; 不具合の処置・改善として計測結果を次のコンクリート施工の Plan ; 施工計画へフィードバックすることで精度を向上した解析²⁾により新たに施工するブロックの評価を行うことが可能となり、Act から Plan へと繋がり、PDCA が完結する。

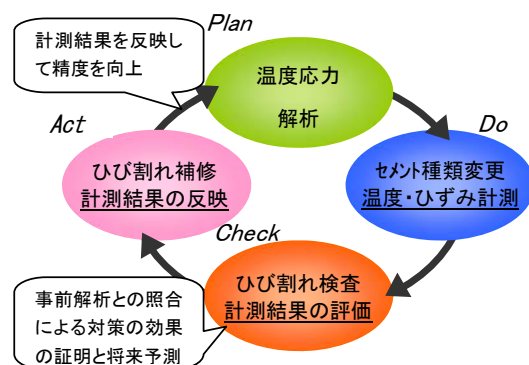
3. 適用事例

温度ひび割れの抑制を目的として、配水池の新設工事に品質証明システムを導入した。配水池はその用途から漏水の防止が求められ、当該工事では温度ひび割れの発生確率が5%以下(ひび割れ指数 1.75 以上¹⁾)であることが要求された。配水池の平面図を図-2に示す。

4. 検討概要およびひび割れ発生確率の評価

(1) 打込みのリフト割

配水池をAブロックからEブロックの6つに分割した。それぞれのブロックは、伸縮目地で接合されている。いずれのブロックも、底版、壁1リフト目、壁2リフト目、頂版の4回に分けてコンクリートを打ち込んだ。



(品質証明システムを導入した PDCA)

図-1 ひび割れ抑制を目的とした品質証明システム

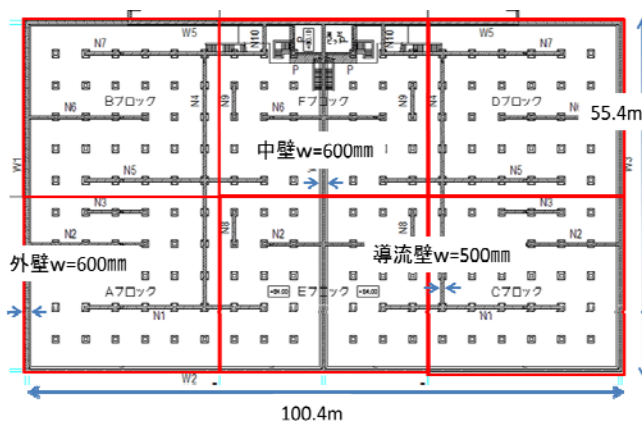


図-2 配水池の平面図

キーワード 品質証明, 温度応力, ひび割れ発生確率

連絡先 〒231-0011 神奈川県横浜市中区太田町4丁目51番地 鹿島建設(株)土木部 TEL.045-641-8882

(2) コンクリートに用いるセメント種類

ひび割れ発生確率を 5%以下とすることが要求されたため、三次元温度応力解析を実施し、ひび割れ指数 1.75 以上を満足する条件を選定した。具体的には、コンクリートに用いるセメント種類について、A ブロックの壁 2 リフト目のみ高炉セメント B 種 (以下, BB) とし、その他は、低発熱・収縮抑制型高炉セメント B 種 (以下, MKC) とした。打込みは冬期から夏期の通年にわたって行った。

(3) ひび割れ誘発目地間隔

配水池には、5m 毎にひび割れ誘発目地を設置した。これにより、ひび割れの発生を抑制した。

(4) ひび割れ発生確率 (施工後) の算出方法

ひび割れ誘発目地で区切られた区画を1区画とし、施工後にひび割れが生じた区画数を計上した。その後、式 (1) により、ひび割れ発生確率を算出し、評価に用いた。

$$\text{ひび割れ発生確率(\%)} = \frac{\text{ひび割れが生じた区画数}}{\text{全区画数}} \times 100 \cdots (1)$$

(5) 施工後のひび割れ発生確率の評価

表-1にコンクリートの打込み区画総数を、表-2に実際のひび割れ発生区画数をそれぞれ示す。ひび割れは、春期に施工したAブロックの壁2リフト目で2か所、Bブロックの壁1リフト目で3か所および頂版で確認された。この結果を式 (1) に代入し、式 (2) を得た。これより、ひび割れ発生確率は、要求品質である5%以下を満足していることが確認された。

$$\text{ひび割れ発生確率(\%)} = \frac{11}{398} \times 100 = 2.76 < 5\% \cdots (2)$$

5. 品質証明システムの活用 (ActからPlanへ)

前述のとおり、最初に打設したAブロックの壁2リフト目で2か所のひび割れが確認された。当初計画では、壁2リフト目は全ブロックでBBを使用する計画であった。しかし、Aブロック以降の壁2リフト目も、継続してBBを使用した場合、同程度のひび割れ発生が予想される。その場合、表-3に示すとおり、配水池全体におけるひび割れ発生区画数は、12区画になるものと想定され、ひび割れ発生確率は式 (3) となる。

$$\text{ひび割れ発生確率(\%)} = \frac{12}{398} \times 100 = 3.02 < 5\% \cdots (3)$$

式 (3) によると、ひび割れ発生確率 5%以下は満足している。しかしながら、春期に打込みを行った A ブロック以降の壁 2 リフト目は、夏期の打込みが多くなる。こ

表-1 コンクリートの打込み区画総数

ブロック	底版	壁 1 リフト目	壁 2 リフト目	頂版	計
A	1	27	27	1	56
B	1	29	29	1	60
C	1	27	27	1	56
D	1	29	29	1	60
E	1	24	24	1	50
F	1	26	26	1	54
管廊	3	28	28	3	62
計					398

表-2 実際のひび割れ発生区画数

ブロック	底版	壁 1 リフト目	壁 2 リフト目	頂版	計
A	0	0	2	1	3
B	0	3	0	1	4
C	0	0	0	1	1
D	0	0	0	1	1
E	0	0	0	1	1
F	0	0	0	1	1
管廊	0	0	0	0	0
計					11

表-3 当初計画で予想されたひび割れ発生区画数

ブロック	底版	壁 1 リフト目	壁 2 リフト目	頂版	計
A	0	0	2	(0)	2
B	(0)	(0)	(2)	(0)	(2)
C	0	0	(2)	(0)	(2)
D	(0)	(0)	(2)	(0)	(2)
E	0	0	(2)	(0)	(2)
F	(0)	(0)	(2)	(0)	(2)
管廊	0	(0)	(0)	(0)	(0)
計					(12)

(※表中の括弧内は予想)

のことを考慮すると、ひび割れ発生区画数は予想よりもさらに増加することが懸念された。そこで、A ブロック以降の壁 2 リフト目は追加対策として、MKC を使用することとした。その結果、表-2に示すように A ブロック以降のひび割れを抑制し、品質を確保することができた。

6. おわりに

品質証明システムを実構造物に適用し、コンクリートの品質を改善した事例を報告した。また、施工後のひび割れ発生確率を評価し、要求品質を満たしていることも確認した。本配水池は平成 25 年 5 月に水張試験を実施し、漏水無く竣工し、平成 26 年 4 月から運用が開始された。

参考文献

- 1) 土木学会：2007 年制定 コンクリート標準示方書【設計編】，pp.180-185, 2007.12
- 2) 関健吾ほか：実構造物の計測結果を用いた温度応力解析の精度向上方法とその評価，土木学会第 69 回年次学術講演会，V-347, pp.693-694, 2014.9