

国内最大の内水圧が作用するシールドトンネルにおける
合成セグメント (IC セグメント) の適用と製造の工夫

鹿島建設(株) 丸山 深直

鹿島建設(株) 正会員 阿部 聡

(株)IHI 建材工業 正会員 ○清水 亮一

(独)水資源機構 正会員 宮崎 智也

1. 概要

思川開発事業は栃木県鹿沼市に位置し、思川支川の南摩川に南摩ダムを建設して洪水調節を行うものであるとともに、南摩ダムと黒川および大芦川との間を導水施設で連絡して、効率的に水資源開発を行う事業である。本導水路トンネルに作用する内水圧は国内最大となる約0.8MPaである。このうち大芦川導水路工に用いる合成セグメント(ICセグメント)は、茨城県行方市にある工場で製作した。外径3500mmに対して部材厚350mmと厚く、特に冬期(1月、2月)の平均気温は約5℃で通常の製造条件だと温度ひび割れが生じる可能性が高いことが予想されたため、照査を行い養生方法を検討した。本稿では、温度応力解析を実施して養生条件の工夫により、ひび割れ発生確率が改善されるか確認した結果を示す。温度応力解析については、マスコンクリートの三次元温度応力解析専用プログラム(ASTEAMACS)により検討した。

2. 条件

解析ケースは蒸気養生を実施して翌日には野外保管する通常の養生条件であるCase1と、蒸気養生は実施せずコンクリート仕上げ面に養生マットを被せテント内で保温脱型後も1日工場内でテント保管として翌々日から野外保管する温度差を抑制するように養生条件を改善したCase2とした。表-2に製造工程、図-1に養生時の温度と時間の履歴を示す。

表-1 セグメント仕様

セグメント構造	二次覆工省略型 合成セグメント (ICセグメント)
形状	外径φ3.5m×幅1.2m×厚さ0.35m×5等分割
主鋼材	主桁：PL16(SM490) スキムプレート：PL3(SM490)
主鉄筋	外面側：なし 内面側：D13(SD345)×6本
鋼材比	2.74%
コンクリート	設計基準強度：42(N/mm ²)
リング継手	ブッシュグリップ継手 (M24)
セグメント継手	コーンコネクター継手 (D35)

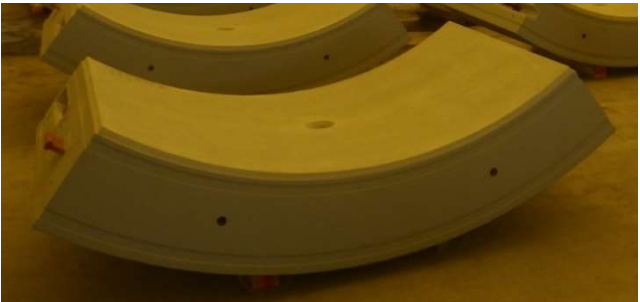


写真-1 本工事の IC セグメント

表-2 製造工程

時刻	経過時間	Case1	Case2
10:00	0.0	打設	打設
11:30	1.5	前養生	前養生
13:00	3.0	表面仕上げ	表面仕上げ
15:30	5.5	蒸気養生	テント内養生・内面シート掛け
翌日7:00	21.0	脱型	脱型
10:00	24.0	仕上げ	仕上げ
14:00	28.0	検査	検査
15:30	29.5	野外保管	工場内テント内保管
翌々日11:00	49.0	〃	野外保管

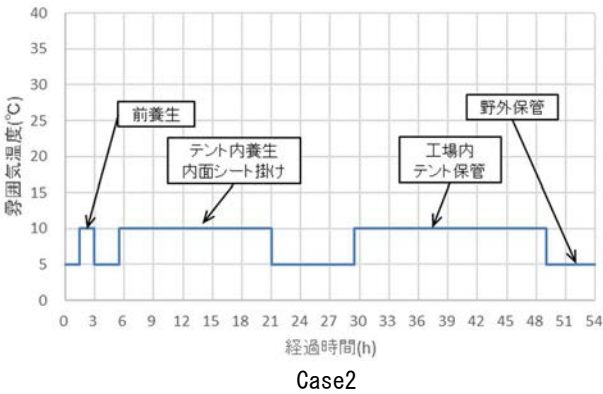
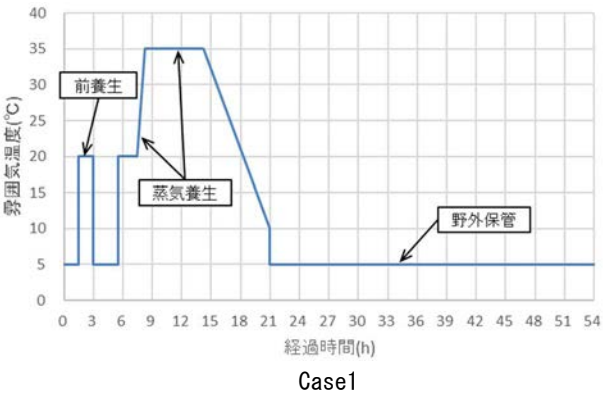


図-1 養生時の温度と時間の履歴

キーワード 合成セグメント、温度ひび割れ、セグメント製造
連絡先 〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町 2-1-1 鹿島建設(株)関東支店土木部 TEL 048-658-7510

3. 結果

ひび割れ指数分布を図-2, ひび割れ指数履歴を図-3 に示す. Case1 はコンクリート仕上げ面の中央鋼殻側の角部で打設開始から 22 時間後に最小値 1.22 となった. Case2 はセグメント中央コンクリート内部で打設開始から 90 時間後に最小値 1.85 となった.

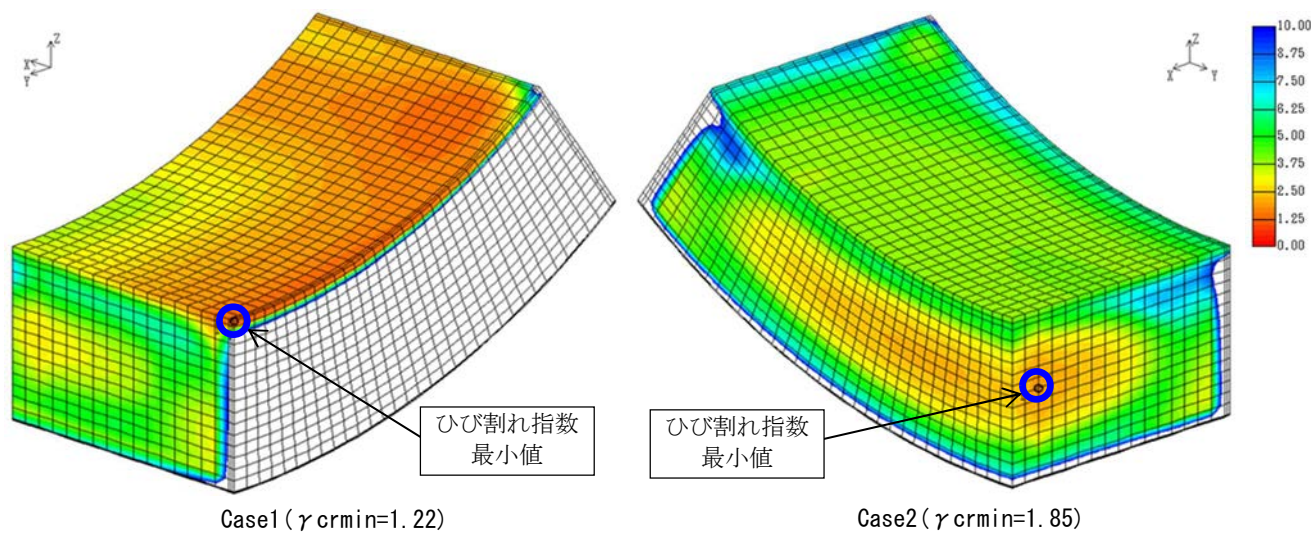


図-2 ひび割れ指数分布図

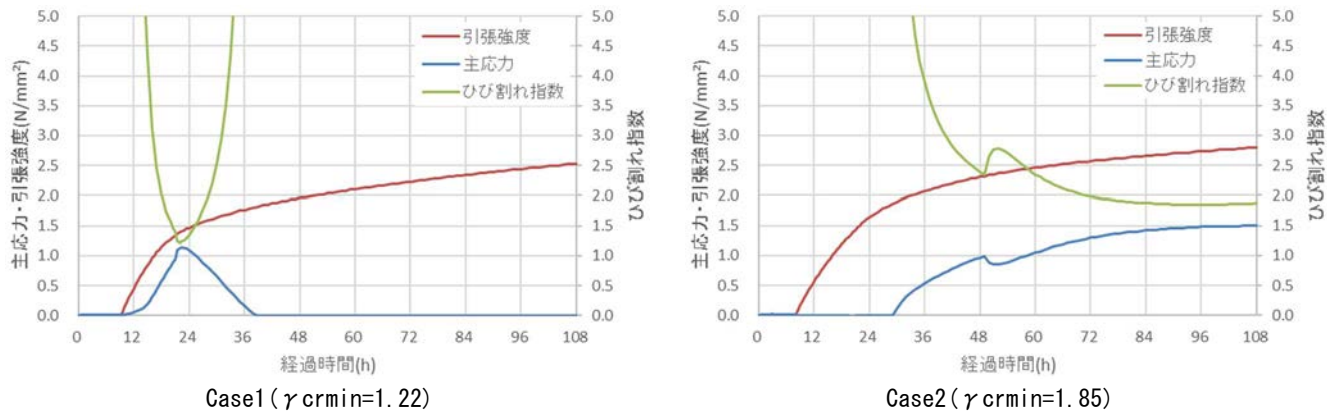


図-3 ひび割れ指数履歴

4. まとめ

温度応力解析により, 冬期について通常の養生条件ではひび割れ指数が 1.22 となり, ひび割れの発生を制限することが困難であることが確認された. そこで温度差を抑制するように, 短時間での昇温を伴う様な蒸気養生は実施せず, コンクリート仕上げ後に急激な温度変化および表面乾燥を防ぐためにマットを被せ表面保護を行った上でテント養生を実施した. 脱型後も 1 日場内保管し外気との接触を控えるように改善した養生条件に変更することで, ひび割れを防止できるひび割れ指数 1.85 に改善できることを確認した. この製造条件を実際の製造に適用し良好な結果を得た.

参考文献

- ・2017 年制定コンクリート標準示方書【設計編】, 社団法人土木学会 [6 編: 温度ひび割れに対する照査]
- ・「マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016」, 社団法人日本コンクリート工学会

表-3 ひび割れ発生確率とひび割れ指数

対策レベル	ひび割れ発生確率	ひび割れ指数
ひび割れを防止したい場合	5 (%)	1.85 以上
ひび割れの発生をできる限り制限したい場合	15 (%)	1.40 以上
ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	50 (%)	1.0 以上