

V-16

マスコンの温度ひび割れに及ぼす気温の影響

東日本旅客（株）東北工事事務所 正会員 ○ 斉藤 啓一
 東日本旅客（株）東北工事事務所 正会員 鎌田 卓朗
 東日本旅客（株）東北工事事務所 正会員 富田 修司

1. はじめに

コンクリート構造物の大型化に伴いマスコンクリートの温度ひび割れが注目されている。現在、当社においても、仙台における鉄道の地下化による工事で、比較的大断面のボックスラーメンを施工中である。この函体の側壁部に、これまでに、温度ひび割れが発生したために調査を実施し、気温や季節変化とひび割れの発生との関係等について報告を行ってきた[1][2]。

今回、これらの調査結果をもとに、解析的な検討を加えたので、以下に結果を報告する。

2. 実構造物における季節とひび割れ発生状況

図-1に、施工方法や配合等が同じである同一工区内の、11ブロック・施工延長236m間における実構造物の調査結果をもとにした、各ブロック毎の函体側壁部に発生したひび割れの本数とコンクリート打ち込み後1週間の平均気温との関係を示した[2]。なお、各函体の調査は、函体側壁コンクリートの打ち込み後56日から最大376日までの間となっている。

これより、壁厚が60から85cmと異なっているので、壁厚の違いによる影響も含まれているが、壁厚が等しいブロックの傾向をみると、コンクリート打ち込み後1週間の平均気温が高くなると、発生するひび割れの本数が多くなるという傾向が認められる。これより、実構造物の調査からは、気温とひび割れの発生との間には、密接な関連があることが推測された。

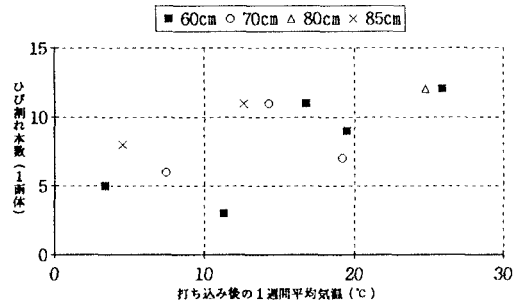


図-1 気温とひび割れ本数（実測値）[2]

3. 温度ひび割れ解析の概要

3. 1 解析プログラム

解析には、JCIパソコンプログラム（Ver II）[3]を使用した。打ち込み後のコンクリートの温度変化をFEM（2次元）温度解析により求め、応力変化はC P法により計算を行った。

3. 2 解析条件

(1) FEM（2次元）温度解析

函体の壁厚は60cmとした。解析モデルを図-2に示す。

材料の物性値を表-1に示す。

解析を行った季節は、仙台における月別平均気温[4]を参考にして、春（4月）、5月、夏（8月）、冬期の4ケースとした。季節毎の温度条件については、表-2のように仮定した。

断熱温度上昇量式の係数を表-3に示す。

係数は、普通ポルトランドセメントを使用した場合とし、打ち込み温度は表-2の条件とし、セメントの使用量は実配合を参考にし300kg/m³として求めている。

(2) C P法温度応力解析

コンクリートの熱膨張係数は0.00001とした。コンクリートの圧縮強度は、(1)式の土木学会による方法とし、 $f'c(91)$ は実配合を参考にして35.4kg/cm²とした。

$$f'c(t) = t / (4.5 + 0.95t) \cdot f'c(91) \quad \dots \dots \dots (1)$$

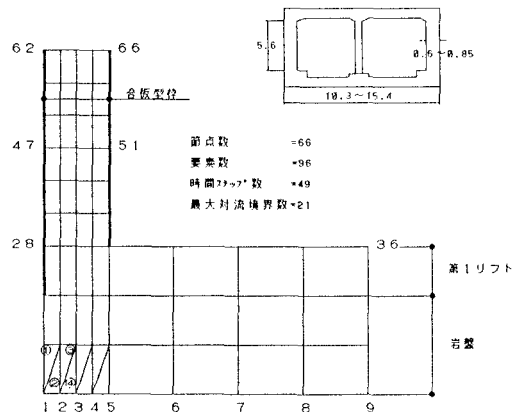


図-2 解析モデル

表－１ 材料の物性値

単位セメント量	300kg/㎡
熱伝達率(合板型枠)	0.0007kcal/㎡hr℃
コンクリート密度	2300kg/㎡
コンクリート比熱	0.25kcal/kg℃
コンクリート熱伝導率	2.2kcal/mhr℃
セメント種別	ホ・ルトラント'
コンクリート91日強度	354kg/㎡
岩盤温度	15℃一定
岩盤密度	2600kg/㎡
岩盤比熱	0.19kcal/kg℃
岩盤熱伝導率	3.0kcal/mhr℃
拘束度(RN)	1.0
拘束度(RM1)	0.9
拘束度(RM2)	3.0

コンクリートの引張り強度は、式(2)により求めている。

$$f(r)t = 1.4(f'c)^{1/2} \dots\dots (2)$$

拘束度はそれぞれRN(1.0), RM1(0.9), RM2(3.0)とした。

以上の仮定条件により計算を行った。

計算により、得られた季節の温度条件とひび割れ指数との関係を図－3に示す。

4. 考察

図－3より、コンクリート打ち込み時の外気温が高くなるに従い、温度ひび割れ指数は低下しており、気温の上昇にともないひび割れが発生しやすくなるという傾向が、温度応力解析結果からも認められた。

これは、図－1に示される、気温が高くなるとひび割れの本数が多くなるという実構造物のひび割れ性状とも一致している。

以上により、実構造物の調査において、気温が高くなると温度ひび割れが発生しやすくなるという傾向が、計算結果からも確かめられたが、温度ひび割れ解析は、計算条件の仮定に大きく依存する。今後、計算条件と実構造物の施工条件等の違いについてさらに検討を加え、解析の精度を高めて実構造物の施工管理に役立ててゆきたいと考えている。

<参考文献>

- [1]増子隆行・斉藤啓一・高橋節夫：ボックスカルバートのひびわれ調査，土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，pp.518-519,1991.3
- [2]鎌田卓朗・斉藤啓一・興石逸樹：箱型ラーメンの温度ひびわれに及ぼす気温の影響，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集，pp.624-625,1996.9
- [3]（社）日本コンクリート工学協会：マスコンクリートの温度・応力計算用パソコンプログラム集(VersionⅡ)，1989年6月
- [4]気象月報：仙台管区気象台，1993年

表－2 季節毎の温度条件の仮定

季節 (月)	外気温 ℃	コンクリートの 温度 ℃	養生温度 ℃
春(4)	10	13	10 [2]
5月	15	18	15 [2]
夏(8)	25	28	25 [2]
冬(1~3)	0~5	10 [1]	7 [3]

注 [1]温水を使用するとした。

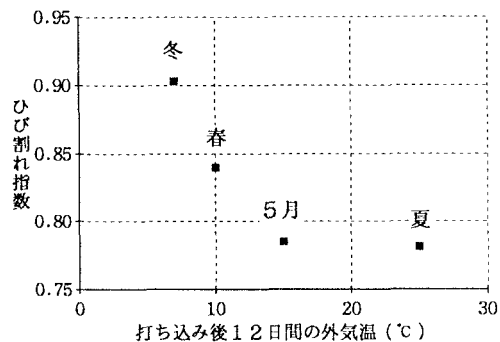
[2]特別な養生は行わないので外気温と同じとした。

[3]給熱養生を行うものとした。

表－3 断熱温度上昇量式の係数

季節 (月)	コンクリート 温度 ℃	係数1 K	係数2 A
春(4)	13	43.2	0.645
5月	18	42.8	0.905
夏(8)	28	41.9	1.320
冬(1~3)	10	43.4	0.540

係数は $Q=K\{1-e^{(-At)}\}$ で示される式中の K,A



図－3 外気温とひび割れ指数(計算値)