

マスコンクリートの温度ひび割れに関する一考察

小林 利充* 宮本 昌治**
 Toshimitsu Kobayashi Masaharu Miyamoto
 岩澤 徹*** 千葉 裕**
 Tetsu Iwasawa Yutaka Chiba

1. はじめに

一般に、耐圧盤及び地中梁に適用するコンクリートは、その断面がマッシブとなるため、セメントの水和熱による温度上昇が顕著になることが予想され、温度応力によるひび割れの発生が危惧される。本報告では、実際の構造物を対象に、セメントの種類、打設高さなどをファクターに温度解析を行い、更に、実構造物における温度測定結果について報告するものである。

2. 建物概要

当建物は、高層棟と低層棟から構成されているが、ここでは、高層棟の建物概要を示す。
 構造：鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）
 規模：地上29階、地下1階、塔屋2階
 用途：共同住宅、店舗、公益施設、事務所
 最高高さ：108.50 m
 最大設計基準強度：60 N/mm²

3. 温度解析・測定概要

(1) 解析条件及び手法

解析条件の概要を表一1に示す。ひび割れの発生については、解析〔温度解析：FEM（非定常熱伝導解析）、温度応力解析：コンベンションライン法（CP法）〕によって、「ひび割れ指数」を求め、「ひび割れ発生確率とひび割れ指数（安全係数）」の関係により評価する。なお、温度解析を行う際の各層の打設間隔は3日とした。

(2) 温度測定手法

実際の構造物に適用したコンクリートの調合条件を表一2に示す。コンクリートの温度測定対象は、耐圧盤及び地中梁とし、測定は図一1に示す●印の位置について実施した。また、温度センサーはT熱電対を用いて、データロガーによって温度測定を行った。

* 建築設計部
 ** 横浜支店西口（出）
 *** 関東支店

表一1 解析条件の概要

部 位	耐圧盤，地中梁
打設時期	11月初旬，11月下旬
設計基準強度	36 N/mm ²
呼び強度	40，42
管理材齢	28日，56日
セメント	普通（N），中庸熱（M），低熱（L）
打設回数（リフト）	1回，2回，3回

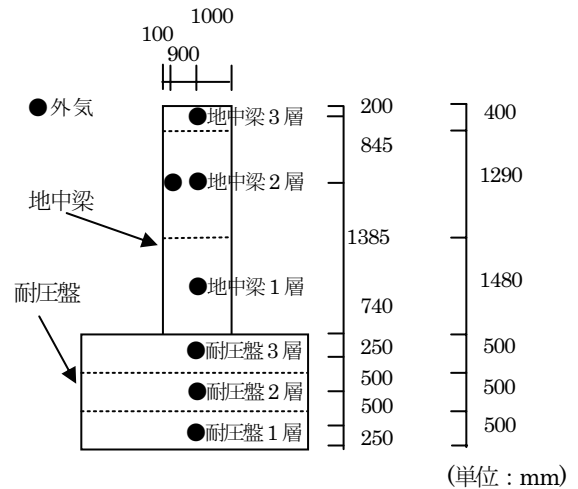
表一2 コンクリートの調合条件

部位	Fc (N/mm ²)	F _N (N/mm ²)	材齢 (日)	セメント種類
耐圧盤	36	42	28	N
地中梁	36	40	56	M

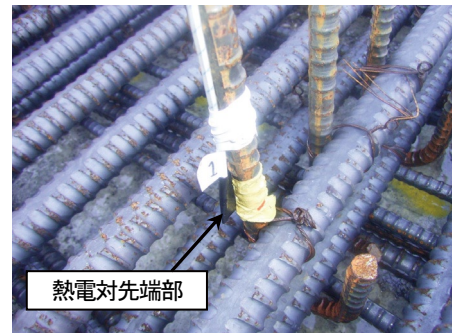
[注] Fc：設計基準強度，F_N：呼び強度

FN	SL (cm)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	Ad.
42	15	4.5	160	410	735	1015	5.12
40	15	4.5	160	344	787	1023	4.13

[注] SL：スランプ，Air：空気量，W：水量，C：セメント量，S：細骨材量，G：粗骨材量，Ad：混和剤量



図一1 測定位置の概要



写真一1 温度測定状況

なお、測定間隔は、1時間間隔とし、各測定箇所とも28日間実施した（外気温は、すべての温度測定が終了するまで）。写真一1には、温度測定状況を示す。

4. 温度解析・測定結果

解析結果を表一三に示す。耐圧盤については、打設回数を2回(L及びM)または3回(N)とした場合、ひび割れの発生確率は0%となり、いずれのセメントを適用した場合でも、打設回数を考慮することで、ひび割れの発生は防げるものとする。また、地中梁については、いずれのセメント、打設回数を複数回にしても高い確率でひび割れの発生が認められる。以上のことから、実際の施工では、安全を考慮し、表一三中の網掛けのスペックを採用した。また、温度測定結果を表一四及び図一に示す。測定結果からも分かるように、事前に行った温度解析結果(最高温度)と比較し、概ね低い結果が得られた。ここで、測定No.4(地中梁1層目)が、温度解析結果に比べて高い理由としては、打設高さが温度解析時よりも高いこと及び当日の気温が高かったことに起因しているものと推察される。また、温度応力によるひび割れ状況として、コンクリートの打設翌日以降7日程度の期間にわたって、目視による調査を行った。その結果、耐圧盤及び地中梁ともに、耐久性上有害となるひび割れの発生は見られなかった。

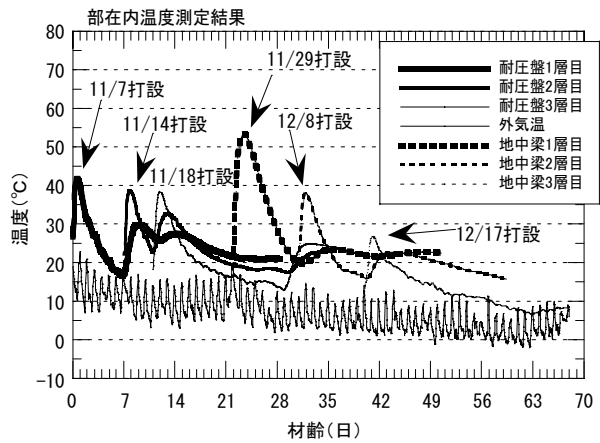
5. まとめ

以上のことから、セメントの種類は勿論であるが、施工上の観点から、本工事の場合、打設回数を考慮することで、品質及び経済性を考慮したスペックの選定が可能になると考える。また、既往の研究¹⁾によると、部材内の温度が60℃を超える場合、強度性状に影響する可能性を示唆している。しかしながら、本測定結果では、測定No.4を含め、すべての結果が、60℃以下であるため、強度性状の観点から問題ないとする。

表一四 温度測定結果

測定No.	測定箇所		最高温度到達時間(h)	最高温度(℃)	
				測定結果	解析結果
1	耐圧盤	1層・中央	13	41.8	45.2
2		2層・中央	17	38.6	
3		3層・中央	22	38.4	
4	地中梁	1層・中央	34	53.4	42.0
5		2層・中央	24	38.2	
6		2層・端部	16	28.1	
7		3層・中央	29	26.9	

[注] 解析は各層によらず部材ごとの最高温度を示す



[注] 材齢は、11月7日の耐圧盤1層目の打設を基準としている。

図一 部材内温度測定結果

参考文献

- 1) 梶田佳寛, 佐藤幸恵, 友澤史紀: 高強度コンクリートの構造体中での強度発現性と調合強度, 日本建築学会構造系論文集, No. 537, pp. 13-20, 2000.

表一三 解析結果

No.	仮定条件									解析結果						
	部位	打設予定時期	Fc	ΔF	T	F _N	材齢	セメント	打設回数	Tmax	指数	発生確率				
1	耐圧盤	11月初旬	36	3	3	42	56	低熱	1回	42.5	1.60	10				
2									2回	35.9	2.75	0				
3									1回	46.4	1.36	30				
4													2回	38.7	2.22	0
5									1回	63.8	0.87	92				
6													2回	52.9	1.25	50
7													3回	45.2	1.87	0
8	地中梁	11月中旬	36	3	3	42	56	低熱	1回	45.4	0.96	90				
9									2回	41.6	0.98	85				
10									3回	37.8	1.20	60				
11								1回	49.8	0.87	92					
12												2回	46.3	0.83	95	
13												3回	42.0	1.00	85	
14								1回	68.0	0.60	95					
15												2回	64.2	0.54	100	
16												3回	58.6	0.64	95	

[注] Tmax: 最高温度(℃), 指数: ひび割れ指数(安全係数), 発生確率: ひび割れ発生確率(%)