

マスコンクリートの温度ひび割れ幅予測 Prediction of Crack Width in Massive Concrete Structures

万木正弘 横内景子 石川雅美

Masahiro YURUGI* Keiko YOKOUCHI* Masami ISHIKAWA**

1. はじめに

マッシブなコンクリート構造物ではしばしば水和熱に起因する温度ひび割れの発生が問題となる。最近の調査研究の結果から、種々の対策を講じた場合でもこれらのひび割れを全て防止することは経済的な面や工程上から困難であり、発生するひび割れを構造物の性能に悪影響を及ぼさないよう制御する、と言う考え方が取られている。その場合ひび割れの幅を精度よく予測することが必要となる。ひび割れ幅の予測手法は FEM を始めいくつかの方法が開発されているが、実構造物におけるひび割れ幅との整合について検討したものはほとんどない。そこで本研究では、実際のコンクリート構造物における温度ひび割れの実態について文献調査を行うとともに、JCI から提案されている CP ひび割れ幅法を用いてそれぞれの場合のひび割れ幅を種々の解析条件のもとに計算し、実測値と計算値とがよく一致する解析条件について検討を行った。

2. 実構造物の温度ひび割れについての調査

実構造物における温度ひび割れは文献から求めた。すなわち、ひび割れの原因として水和熱に起因する温度応力を取り扱っている文献のうち、ひび割れの本数や幅を測定しており、しかも構造物の構造条件、施工条件などが記載されているものを対象に 5 つの文献から 21 構造物のデータを抽出して用いた。そのような文献の数はあまり多くなかったため、完全にデータが揃っていないものでも、打ち込み温度などを推定して用いたものもある。使用したデータの一部を表-1 に示す。

表-1 使用データの一部

文献	構造物NO	セメント 単位量	水セメント 比	鉄筋比	寸法			打設温度	最高温度	圧縮強度	最大ひび割れ 幅
					壁厚	高さ	長さ				
	1	320	50	0.27	1.0	1.5	15.0	15.0	46.9	285	0.37
	2	380	42	0.27	1.0	1.5	15.0	24.0	68.2	289	0.41
	3	380	42	0.65	1.0	1.5	15.0	12.5	49.9	310	0.10
	4	380	42	0.27	1.0	1.5	15.0	21.0	64.6	319	0.27

3. CP ひび割れ幅法における解析条件

CP ひび割れ幅法は、コンクリートに生じている温度応力がひび割れ発生に伴って解放され、解放された応力分が鉄筋に受け持たれる状態を想定し、応力の釣合い及び変形の適合条件からひび割れ幅を求めるものであり、応力が解放される領域、および鉄筋とコンクリートとの付着が切れる範囲を仮定してひび割れ幅を計算している。これらの解析条件(応力解放領域(l_c)・鉄筋付着喪失等価長さ(l_s))、およびひび割れの発生条件であるひび割れ指数・ひび割れ面積割合等の計算条件がひび割れ幅に及ぼす影響について検討を行った。

* 弘前大学農学生命科学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki Univ.

**東北学院大学工学部 Faculty of Engineering, Tohoku gakuin Univ.

キーワード：マスコンクリート，温度ひび割れ，ひび割れ幅，

4. ひび割れ発生条件の検討

(1) ひび割れ指数の検討

文献調査で求めた各ケースについて、ひび割れ指数を 1.0, 1.45, 1.75 の 3 段階に変化させ、ひび割れ幅を計算した(図-1)。ひび割れ指数 1.0 の場合では、ひび割れが発生しないという結果が多く出たので条件としては不適だと判断した。ひび割れ指数 1.45 と 1.75 の場合ではあまり大きな差異が認められなかったため、ひび割れ面積割合との兼ね合いで適切な条件を定めることとした。

(2) ひび割れ面積割合の検討

ひび割れ指数が 1.45 と 1.75 の場合について、それぞれでひび割れ発生面積割合を 1%, 10%, 30% の 3 段階で変化させて計算した(図-2)。その結果、ひび割れ指数 1.75, ひび割れ面積割合 10% の場合が実際のひび割れ幅と最もよく一致した。

5. 応力解放領域等の検討

本研究では、応力解放領域の形状についても検討を行ったが、ここではこれを矩形とした場合について報告する。既往の文献²⁾から、応力解放領域(l_c)は鉄筋付着喪失等価領域(l_s)の約 11 倍とされている。そこで、鉄筋付着喪失等価領域(l_s)

を 150, 100, 80, 50mm の 4 段階に変化させ、応力解放領域(l_c)はそれぞれの 11 倍としてひび割れ幅の計算を行った。結果は図-3 のとおりであり、鉄筋付着喪失等価領域 50mm の場合が最も実測値とよく一致する結果であった。

6. まとめ

本研究では CP ひび割れ幅法における解析結果が実際の構造物に発生している温度ひび割れの幅と最もよく一致する解析条件を求めたところ、ひび割れ発生に関する要因であるひび割れ指数は 1.75、ひび割れ面積割合は 10% であり、応力解放領域の範囲は 550mm、鉄筋付着喪失等価領域は 50mm であった。しかし、この条件を用いた場合でも解析値と実測値にはなおかなりの差異が認められた。ひび割れ幅に関する解析の精度を向上するためには、実際の構造物では作用している乾燥収縮の影響を考慮する解析法を開発していくことや、さらには精度のよい実測データの収集が必要であるといえよう。

参考文献：1) ひび割れ制御指針，日本コンクリート工学協会，1986

2) マスコンクリートの温度応力研究委員会報告書，日本コンクリート工学協会，1992

