

温度ひび割れにともなう応力解放領域に関する研究

岐阜大学工学部 竹内章浩 児嶋保明
森本博昭 小柳 治

1. はじめに

マスコンクリートの温度ひび割れ制御法として、従来より各種の対策が実施されてきた。その中で、鉄筋によるひび割れ幅の制御は確実な効果が期待できることから有力な対策の一つと考えられる。従来の研究から、鉄筋量と単一のひび割れ幅との関係についてはある程度明らかにされている。しかし、実際の構造物では複数本のひび割れが発生することが多く、この場合、ひび割れ相互が影響しあい、単一の場合のひび割れ幅と異なるものと考えられる。従って、ひび割れ幅形成の源となるひび割れ発生にともなう応力解放領域の性状を明らかにすることは、複数のひび割れが生じた場合のひび割れ幅を明らかにする上で重要であり、さらにひび割れ間隔を推定する上でも大きな手がかりとなる。

本研究では、3次元FEM温度ひび割れ解析を用いて壁状構造物におけるひび割れ発生にともなう応力解放領域が、各種要因によりどのように変化するかを明らかにするとともに、応力解放領域とひび割れとの位置関係がひび割れ幅におよぼす影響について検討した。

2. 解析概要

本研究では、鉄筋比、付着喪失等価領域 l_s (付着に関する特性値)、壁体の L/H 、などが応力解放領域の形状 (大きさ) におよぼす影響を検討した。コンクリートの配合は普通ポルトランドセメントを使用するものとし、 W/C を 50%、単位セメント量を 450kg/m^3 とした。解析対象構造物は、図-1 に示すように壁厚 1 m、壁高さ H を 2 m と一定にし、壁長さ L を 4, 6, 10, 15, 30 m と変化させたいくつかの壁状構造物とした。鉄筋比および付着喪失等価領域 l_s の変化の影響を検討する場合は、壁長さ L を 10 m と一定にし、鉄筋比を 0.2, 0.4, 0.6, 0.9%、と変化させ、さらにそれぞれのケースについて l_s を 5, 10, 15, 20 cm と変化させた。次に応力解放領域がひび割れ幅に及ぼす影響を検討するにあたっては、ひび割れ本数を 2 本にし、ひび割れ間隔を壁高さの 1, 1.5, 2, 2.5, 3 倍と変化させて検討を行った。解析では、コンクリートの圧縮強度を同じ配合の実測値から評価し、引張強度および弾性係数については示方書を参考にして決定した。なお、解析ケースは合わせて 26 ケースである。

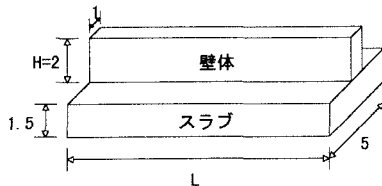


図-1 解析対象構造物

3. 解析結果

3.1 各種要因による応力解放領域の分布性状の変化

図-2、3に、鉄筋比 0.2% および 0.9% それぞれに対する応力解放領域を示す。各図から、応力解放領域の形状は両方とも上方に広がりを持つ扇形で大差はない。しかし、領域の大きさは鉄筋比が大きくなると小さくなる傾向にある。図-4、5に、 l_s が 5 cm および 20 cm それぞれに対する応力解放領域を示す。各図から l_s が大きくなると領域も広がる傾向を示す。領域の

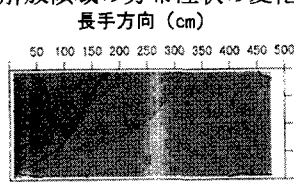


図-2 鉄筋比0.2%

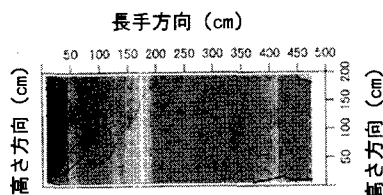


図-3 鉄筋比0.9%

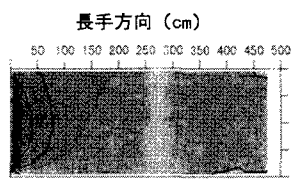


図-4 $l_s = 5\text{ cm}$

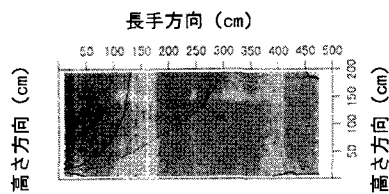
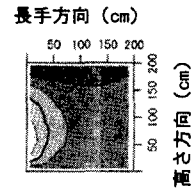
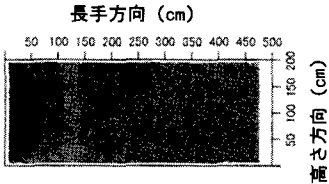
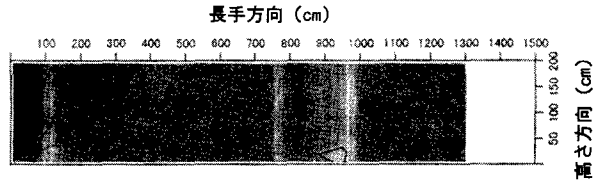


図-5 $l_s = 20\text{ cm}$

形状については大差は生じない。図-6、7、8に、鉄筋比0.4%、 $l_s=15\text{cm}$ で、壁長さ L を4、10、および30cmとした場合の応力解放領域を示す。各図から、壁長さは応力解放領域の大きさに加えて、解放される応力の大きさにも影響を与える。すなわち、壁長さが増加すると領域の大きさおよび解放応力の大きさがともに増加する。

図-6 $L=4\text{m}$ 図-7 $L=10\text{m}$ 図-8 $L=30\text{m}$

3. 2 応力解放領域とひび割れの位置関係がひび割れ幅におよぼす影響

図-9に、ひび割れ2本でひび割れ間隔を壁高の1~3倍に変化させた場合のひび割れ幅を示す。図中には、ひび割れ1本の場合のひび割れ幅も示してある。図から、ひび割れ間隔が壁高の2.5倍以下になると、ひび割れ幅は間隔の減少にともない小さくなっていく。ひび割れ間隔が2.5倍以上になると間隔の影響はなくなるが、ひび割れ1本に比べると小さい。

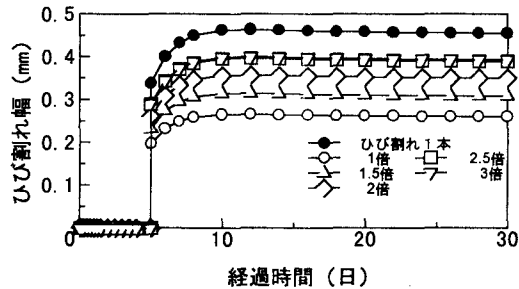


図-9 ひび割れ幅の経時変化 (中段表面)

図-10、11にひび割れ間隔が2倍と2.5倍の応力解放領域を示す。両者の相違点について、応力解放領域の重なりに注目すると、ひび割れ間隔が2倍のものは応力解放量が $7.5 \sim 10\text{kgf/cm}^2$ の領域にまで重なりが生じており、これがひび割れ幅の減少に影響を与えたものと考えられる。

4. 結論

本研究では次の結論が得られた。

① 応力解放領域の広さは、鉄筋比が増大すると小さくなり、付着喪失等価領域が大きくなると増加する。また、壁体の長さが大きくなると解放応力の大きさと、応力解放領域の広さがともに増大する傾向にある。

② ひび割れ間隔が小さくなるとひび割れ幅は減少する傾向にある。この傾向は、ひび割れ間隔が壁高さの2.5倍以下であれば比較的顕著であるが、2.5倍以上になるとひび割れ幅はほとんど変化しない。

③ コンクリート応力が $7.5 \sim 10\text{kgf/cm}^2$ 低下している領域に着目すると、ひび割れ間隔が壁高さの2.0倍以下の場合ではこの領域に重なりが生じている。この領域の重なりがひび割れ幅の減少に大きく影響を与えていると考えられる。

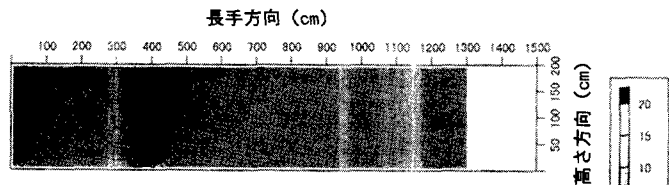


図-10 ひび割れ間隔2倍

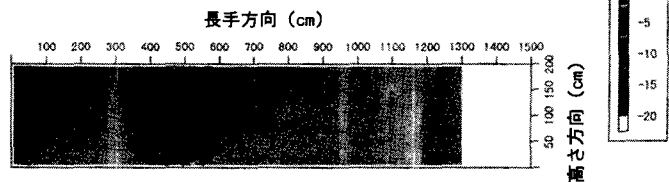


図-11 ひび割れ間隔2.5倍