

## V-38 コンクリートの乾燥収縮によるひびわれの発生時期について

岩手大学 学生員 ○ 添田 信  
 岩手大学 正員 藤原 忠司  
 東北工業大学 正員 秋田 宏

## 1. まえがき

乾燥によって、コンクリートにひびわれが発生する可能性は強いが、その発生時期についてはよく知られていない。本研究では、継続的な観察によって、ひびわれ発生の時期を明らかにし、さらにひびわれ発生をもたらす収縮応力の解析結果との対比を行なって、発生時期予測の可能性も検討している。

## 2. 実験概要

コンクリートの供試体は  $10 \times 10 \times 40\text{cm}$  の角柱であり、28日水中養生後、温度  $20^{\circ}\text{C}$ 、湿度 60% の恒温恒湿中で乾燥させた。所定の乾燥期間で、中央部の  $10 \times 10\text{cm}$  の4面（打設面、両側面、底面）を倍率 3.5 倍のルーペにより観察し、ひびわれのマップを描いた。配合は水セメント比 50% および 70% の2種類で、各2本の供試体とし、単位水量はいずれも  $180\text{kg}/\text{m}^3$  としている。

## 3. 実験結果

図-1および2に、水セメント比 50% の供試体の打設面および側面で観察されたひびわれを示す。

ひびわれは、水セメント比にかかわらず、いずれの供試体でも打設面に多く、早い時期に発生する。打設面はブリージングの影響により、表面の引張強度が他面とくらべて低いためであると推察される。底面のひびわれは最も少ない傾向にあるが、側面との差は、顕著でない。ひびわれは各面において、分散して発生しており、特に早期に発生するひびわれの多くは、打設時の気泡などにより生じた欠陥部から発生しているように観察された。図の場合に、乾燥開始後 18 時間で最初のひびわれ発生がみられる。観察した16面（2種類×2本×4面）で、1時間以内にひびわれが発生した例はなく、最も早いのは2時間で、6面で検出された。

ひびわれ長さの累計をひびわれ延長と呼び、その経時的变化を示したのが図-3である。ひびわれ発生は、乾燥開始1週までが盛んであり、その後発生割合は鈍る傾向にある。5週間で発生した1供試体当りのひびわれ総延長は水セメント比 50% の方が若干多いものの 70% との差は少ない。このことは、単位水量が同じならば、単位セメント量や水セメント比が乾燥収縮ひびわれに与える影響は比較的少ないことを示唆している。

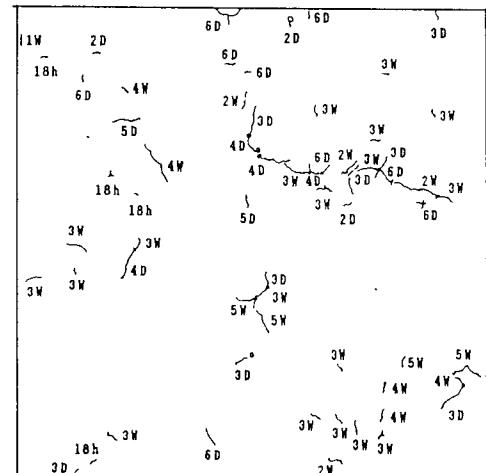


図-1 打設面のひびわれマップ  
(W/C=50%)

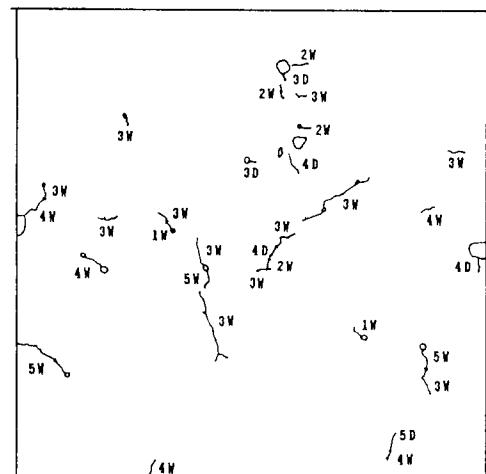


図-2 側面のひびわれマップ  
(W/C=50%)

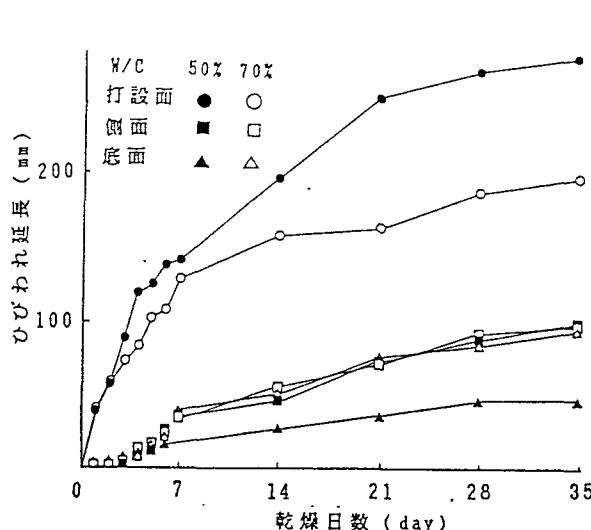


図-3 ひびわれ延長の時間的変化

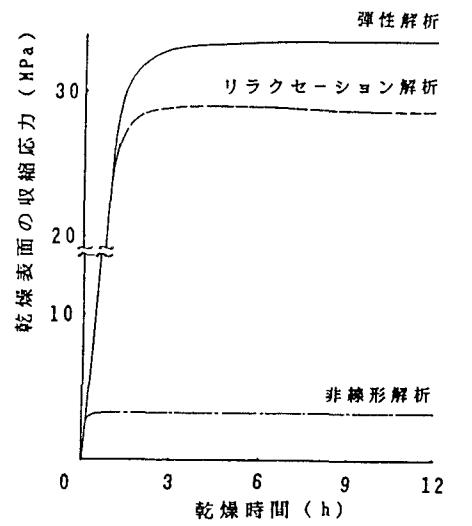


図-4 乾燥表面の応力の時間的変化

#### 4. 収縮応力の解析結果との対比

乾燥に伴い、コンクリート内部には含水率の勾配が形成され、それに見合って、内部の各要素は非線形の分布で収縮しようとする。しかしながら、コンクリートは連続体であり、適合条件を満たすために、実際の変形は直線となる。これら両者の差によって、収縮応力が発生し、表面の引張応力がひびわれをもたらす可能性がある。このような考えのもとに、収縮応力を求めてみた。解析は、拡散方程式を用いて、コンクリート内部の含水率分布を求ることから出発する。一連の数値計算は有限要素法によった。応力-ひずみ関係を考慮し、解析は弾性解析、リラクセーションを考慮した解析（以下、リラクセーション解析）およびリラクセーションに加えヤング率の非線形性を考慮した解析（以下、非線形解析）の3種類で行った。

水セメント比 50% の場合の乾燥面に発生する応力の解析結果を図-4 に示す。弾性解析では 6 時間後に最大値をとり、図には示してはいないが 1 日までは微々たる減少にとどまり、その後除荷による減少に移る。リラクセーション解析では、弾性解析よりも全体的に 15% 程度低い値が得られるだけであり、時間的な変化は弾性解析と同様である。非線形解析では、30 分程度で引張強度に達し、以後同一の値を取り続ける。また、同様に水セメント比 70% に対して計算を行なえば、全体的に水セメント比 50% 場合よりも小さくなっているだけで、全く同一の傾向を示している。

以上のいずれの解析によても、表面の引張応力は、きわめて短時間で引張強度を超えることになる。すなわち、解析結果からは、ごく早期にひびわれが発生すると予想される。たしかに、実験においても、ひびわれは乾燥 2 時間程度で発生するのが観察された。しかしながら、すべての供試体にこのような短時間でひびわれが発生したわけではなく、また非線形解析のような、30 分程度でのひびわれ発生は皆無であった。もし、解析が妥当であるとすれば、ひびわれを検出できなかった実験上の精度に問題があることになり、逆に実験結果を信頼すれば、解析手法になんらかの問題があると言える。さらに、表面の応力が引張強度に達しても、ひびわれ発生までにはなお時間的なずれがある可能性も否定できない。いずれであるかの検討は今後の課題であるが、ひびわれ発生の時期が予想外に早期であるのは確かであり、養生後の乾燥には充分な配慮を要する。