

骨材の反応性評価に関する実験

— コンクリートのひびわれ発生状況 —

鳥 取 大 学 正 会 員 西 林 新 蔵  
鳥 取 大 学 正 会 員 矢 村 潔  
P S コ ン ク リ ー ト ( 株 ) 正 会 員 井 筒 浩 二  
鳥 取 大 学 ○ 学 生 員 定 清 毅

1 まえがき

骨材のアルカリ反応性の反応性の評価試験法の一つであるモルタルバー試験は世界各国で採用されてきており、骨材の反応性を評価するための手段として有効に利用されてきている。これに対し、コンクリートを用いた試験は骨材の反応性を評価するのに最も実際的かつ直接的であると考えられるにもかかわらず、その試験データは非常に少ない。このような観点から、本研究においては、コンクリート供試体のひびわれ特性から骨材の反応性を評価する手法を確立するための基礎的データを得ることを目的としている。

2 実験概要

2.1 使用材料及び実験方法

(1) 使用材料：本研究で用いたセメントは、普通ポルトランドセメントで、アルカリ含有量は、セメント重量比で、eq.  $\text{Na}_2\text{O}$  0.47、0.5 % のものである。骨材は、実際に損傷の発生が報告されていたり、また化学法やモルタルバー法で有害と判定された反応性粗骨材3種類と、非反応性粗骨材1種類である。細骨材は、河口砂と標準砂を混合し粒度調整した混合砂1種類である。これらの物理的性質及び化学法の結果を表1、図1に示す。また、過剰添加用のアルカリ化合物として試薬1級のNaOHを用いこれを練混ぜ水に加えて使用した。

(2) 実験方法：コンクリートの配合を表2に示す。本研究では、コンクリートの長さ変化を測定するとともに、図1に示す形状、寸法の供試体に図のような基線を引き、トラバース法によってひびわれ特性を調べた。以下にこの方法の手順を説明する。

手順 1) 基線を図に示すように引く。

2) 基線と交わるひびわれ本数とそのひびわれ幅をクラックスケールで測定し、各面の長さ方向、横方向別に記入紙に記入する。

得られた結果を以下のような指標で表わす。

ひびわれ本数 (本)

平均ひびわれ幅 (mm) =  $\Sigma$  (ひびわれ幅 × 本数) / 総本数

空隙指数 (%) =  $\Sigma$  (ひびわれ幅 × 本数) / 基線長 × 100

2.2 実験項目及び水準

反応性骨材の混合割合は、0、25、50、75、100 % の5水準、総アルカリ含有量は、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 % の5水準とする。また養生条件は、40℃, R.H.100% (40℃)、20℃, R.H.100% (20℃)、20℃、水中 (W)、20℃、 $\frac{1}{2}$ 水中 ( $\frac{1}{2}W$ )、20℃、海水中 (S)、20℃、 $\frac{1}{2}$ 海水中 ( $\frac{1}{2}S$ )、室外暴露 (E) の7水準とする。長さ変化 (膨張量) は材令1日、14日、28日、以降は1ヶ月ごとにホイットモアひずみ計で測定する。ひびわれ特性は材令3、6、9、12ヶ月においてトラバース法によって調べる。

表1 骨材の物理的性質

| 骨材の種類   | 岩石名                   | 産地   | 比重   | 吸水率  | F. M |
|---------|-----------------------|------|------|------|------|
| 反応性粗骨材  | T <sub>1</sub> 針ヶ石安山岩 | 鳥取県産 | 2.60 | 1.93 | 6.76 |
|         | T <sub>2</sub> 針ヶ石安山岩 | 鳥取県産 | 2.64 | 1.48 | 6.53 |
|         | O 河内石安山岩              | 河内内産 | 2.25 | 1.81 | 6.64 |
| 非反応性粗骨材 | NT 砂岩                 | 鳥取県産 | 2.70 | 0.65 | 6.64 |
| 非反応性細骨材 | NS 混合砂<br>河口、標準       | 鳥取県産 | 2.58 | 1.00 | 2.82 |

表2 コンクリートの配合

| 粗骨材の最大寸法 (mm) | スランプ (cm) | 空気量 (%) | W/C  | S/A (%) | 単位重量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |       |  |
|---------------|-----------|---------|------|---------|---------------------------|-----|-----|-------|--|
|               |           |         |      |         | F                         | C   | S   | E     |  |
| 20            | 12~15     | 2       | 0.45 | 4.0     | 203                       | 450 | 660 | 0.38" |  |

(注) \* : 絶対容積

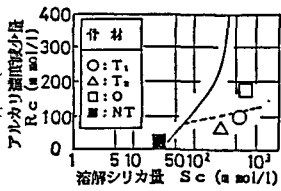


図1 化学法の結果

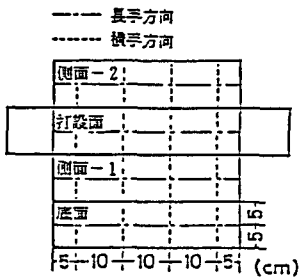


図2 供試体寸法及び基線

### 3 実験結果及び考察

#### 3.1 ひびわれ発生状況

ひびわれ発生を確認した材令ごとの供試体数を図3に示す。この図より、ひびわれ発生頻度は、材令1～3ヶ月と5～10ヶ月で非常に高いことがわかる。前者はほとんどが40℃の養生条件のものであるのに対し、後者はその他の養生条件のものである。図4のひびわれ発生直前の膨張率を見ると、養生条件40℃のものは、0～0.02%の間にほとんど含まれ、一方図5から、ひびわれ発生直後の膨張率は同養生条件では0～0.12%の間に一様に含まれているのが分る。なお養生条件40℃における膨張挙動は、ひびわれ発生直前から直後（測定間隔1ヶ月）の間に0.1%以上も膨張しているものが多く、

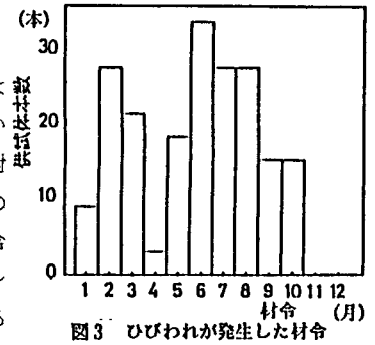


図3 ひびわれが発生した材令

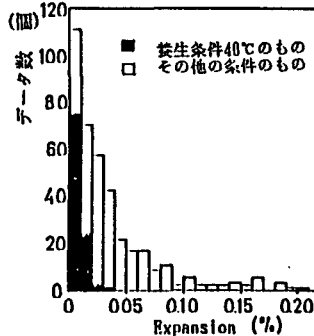


図4 ひびわれ発生直前の膨張率

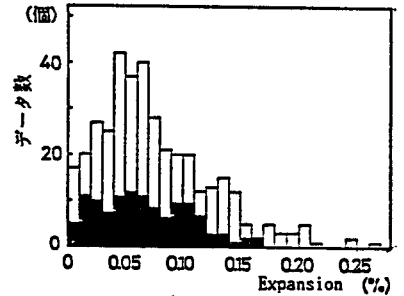


図5 ひびわれ発生直後の膨張率

#### 3.2 ひびわれ進展状況

膨張率とひびわれ本数、空隙指数との関係をそれぞれ図7、8に示す。図7より、各供試体ともひびわれ本数の増加率に比べて膨張率の伸び率が大きい。これはひびわれ本数の増加よりもひびわれ幅の増大がコンクリートの膨張に大きく影響していることを示している。図8より膨張率と空隙指数の間にはかなりの相関があるものと考えられる。

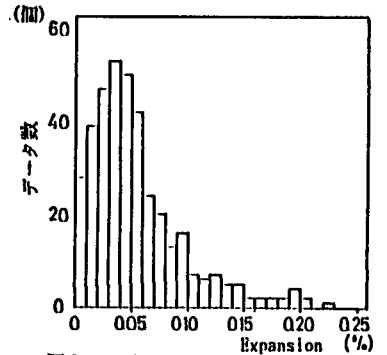


図6 ひびわれ発生時の推定膨張率

ここでASTMの限界値、3ヶ月で0.05%、6ヶ月で0.1%を空隙指数に換算してみると3ヶ月で0.04%、6ヶ月で0.06%となる。

#### 4 まとめ

1) ひびわれ発生時の膨張率は40℃以外の養生条件では0.03～0.04%である。

2) 40℃で促進養生を施した供試体においては、ひびわれ観察及び長さ変化の測定を、特に材令0～3ヶ月の間は間隔を短くして測定する必要がある。

3) ひびわれ特性の空隙指数と膨張率の間には、混合割合に関係なく、かなりの相関がある。ASTMの限界値を空隙指数に換算すると、3ヶ月で0.04%、6ヶ月で0.06%となる。空隙指数については、今後多くのデータを集める必要があると考えられる。

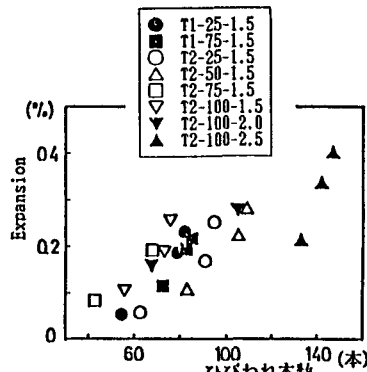


図7 ひびわれ本数と膨張率

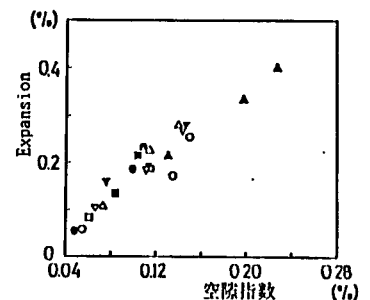


図8 空隙指数と膨張率