

東北大学 学生員    ○ 渡部 明  
同    正 員        尾坂芳夫  
同    正 員        佐藤孝志

1. まえがき

コンクリートが乾燥することによって生ずる変形やひびわれが、コンクリート構造の使用状態に大きな影響を及ぼすことがある。従来より乾燥収縮は、コンクリート中の水が移動し、コンクリート表面より逸散することによって起こると言う考え方が認められており、コンクリート中の水の移動の解明は、コンクリートの乾燥収縮の予測をする上で極めて重要な問題であると言える。

そこで本研究は、コンクリート中の水はどのような形態で移動し、表面から逸散していくのか、及びコンクリートが乾燥し、収縮変形を起こすときの水の移動及び逸散と収縮の関係を明らかにするため、一方向拡散を許したコンクリート供試体を用いて実験的に検討することを目的とした。

2. 実験概要

供試体は、一辺 10cm の正方形断面で長さ 30cm の直方体とし、10cm × 30cm の4面をエポキシ系樹脂でシーリングし、相対する正方形断面を乾燥面とする一方向拡散とした。

変動要因は、コンクリートの配合条件と雰囲気条件の2つである。配合条件は表1に示す。配合条件と雰囲気条件とを組み合わせた7ケースについて表2に示す。

作製した供試体は脱型した後、14日間標準水中養生を施し所定の雰囲気条件に定めた恒温恒湿槽に入れて測定を開始した。測定項目は、逸散水分量、乾燥収縮ひずみ、内部含水率の3つとした。逸散水分量は、供試体の重量変化を測定することより求め、内部含水率は、長さ 30cm の供試体を 3cm 間隔に 10 分割して個々の含水率を求めた。また、乾燥収縮ひずみは、コンクリート中に埋め込んだひずみゲージにより測定した。

3. 実験結果と考察

図1は、たて軸に逸散水分量、よこ軸に乾燥日数をとったものである。全体的な傾向として最初一定の勾配を示した後、その勾配を減少させながら乾燥が進み、再び一定の勾配となっている。この2つのほぼ一定な勾配の部分では、コンクリート表面からの乾燥速度は一定となっていると考えられる。

乾燥収縮ひずみと逸散水分量の関係は図2に示されている。この関係も2つの直線によって近似できる。このことより、これらの直線の勾配が変化する含水率で乾燥収縮機構が大きく変化するためだと考えられる。毛細管張力理論によって最初の直線部では、比較的大きな間ゲキ中の水が液相で移動している領域に

表1 コンクリート示方配合

|       | 寸法<br>(mm) | 粗骨材の最大値<br>(mm) | スラング値の<br>(mm) | 空気量の<br>(%) | 水セメント比<br>(%) | 細骨材率<br>(%) | 単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |           |          |             |      |            |
|-------|------------|-----------------|----------------|-------------|---------------|-------------|----------------------------|-----------|----------|-------------|------|------------|
|       |            |                 |                |             |               |             | 水<br>W                     | セメント<br>C | 細骨材<br>S | 粗骨材 G       |      | 混和材料<br>材料 |
|       |            |                 |                |             |               |             |                            |           |          | 5mm<br>10mm | 20mm |            |
| 標 準   | 20         | 15.0            | 5.0            | 52          | 43.5          | 162         | 312                        | 761       | 354      | 657         | —    | 3.12       |
| 単位水量大 | 20         | 20.0            | 5.0            | 52          | 43.5          | 172         | 330                        | 751       | 343      | 637         | —    | 3.30       |
| 単位水量小 | 20         | 5.0             | 5.0            | 52          | 43.5          | 152         | 292                        | 779       | 356      | 660         | —    | 2.92       |
| モルタル  | 20         | 15.0            | 5.0            | 52          | 43.5          | 162         | 312                        | 761       | —        | —           | —    | 3.12       |

表2 各ケースと変動要因

| ケース | コンクリート配合条件 | 雰 囲 気 条 件 |          |
|-----|------------|-----------|----------|
|     |            | 湿 度 (°C)  | 相対湿度 (%) |
| 1   | 標 準        | 20        | 60       |
| 2   | 標 準        | 20        | 90       |
| 3   | 標 準        | 30        | 60       |
| 4   | 標 準        | 30        | 90       |
| 5   | 単位水量大      | 20        | 60       |
| 6   | 単位水量小      | 20        | 60       |
| 7   | モルタル       | 20        | 60       |

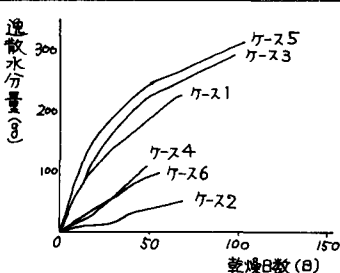


図1 逸散水分量-乾燥日数曲線

応していると思われる。この部分は、間キキ中のメニスカスの曲率が小さいため毛細管張力が小さくなり、収縮量も小さくなると思われる。よって図2における最初の直線部の勾配は比較的小さくなる。次の直線部は液相と気相の混合移動の領域であると思われる。この部分は、間キキ中の水が蒸発を始め、メニスカスの曲率が大きくなるため、上記の理由で収縮量も大きくなり、直線の勾配は比較的大きくなる。また、勾配変化点は気相移動の開始点であると思われる。

次に図3は、含水率と乾燥日数との関係を示している。この図は、たて軸に含水率、よこ軸に乾燥日数をとったもので、●が表面付近、+が中央部の含水率を示している。この図より、もっと乾燥日数がたつにつれて、表面および中央部の含水率ともある一定値へと漸近していくように思われる。この漸近値は、雰囲気湿度と含水率が平衡状態に達するために生じ、この漸近値の部分以後の移動は、気相のみの移動となると推定される。

4. まとめ

以上の結果をまとめると表3のようになる。ここで、 $W_{c1}$ は、液相単独の移動と液相、気相の混合移動との境界含水率を示しており、 $W_{c2}$ は、液相、気相混合移動と気相単独移動との境界含水率を示している。尚、 $W_{c1}$ は、図5の重量減少量 $W_1$ に対応している。各ケースごとの $W_{c1}$ 、 $W_{c2}$ の値を示しているが、これらの値と各変動要因との関連性を見つけることはできなかった。

以上より次のことを言うことができる。

(1) 乾燥過程におけるコンクリート中の水の移動の形態は、次の3つに分けることができると推定される。

- ① 液相移動が支配的な期間
- ② 液相移動と気相移動が存在する期間
- ③ 気相移動が支配的な期間

(2) 収縮変形の機構においては、上記の3段階の水の移動形態によってそれぞれ異なるであろうことが推定される。

本研究における実験の結果から以上のことが言えたわけであるが、今回の研究では、コンクリートの乾燥条件についてごく一部を取扱ったにすぎず、データ数も少ないため、コンクリートの乾燥収縮機構のモデル化をするためには、さらに深く研究する必要があると思われる。

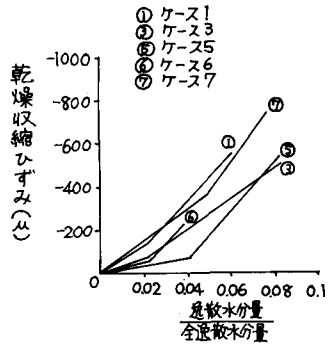


図2 乾燥収縮ひずみ-全乾燥水分量曲線

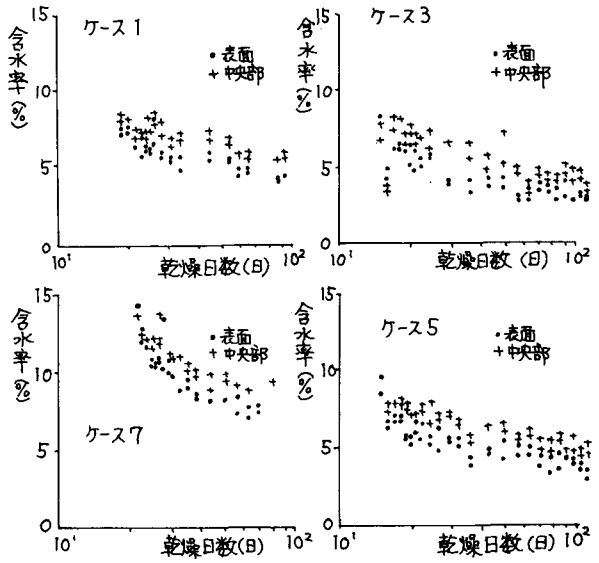


図3. 含水率と乾燥日数の関係

表3. 各ケースと2つの境界含水率

| ケース | $W_{c1}$ | $W_{c2}$ |
|-----|----------|----------|
| 1   | 6.59     | 4.36     |
| 2   | 6.74     | 5.42     |
| 3   | 6.44     | 3.50     |
| 4   | 5.12     | 3.40     |
| 5   | 5.42     | 3.33     |
| 6   | 5.65     | 4.09     |
| 7   | 9.44     | 7.50     |

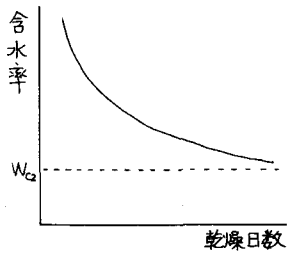


図4 含水率と乾燥日数の略図

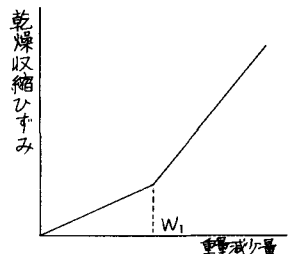


図5 乾燥収縮ひずみと重量減少量の略図