

乾燥にともなう骨材の体積変化に関する実験

岩手大学 正員 藤原 忠司
岩手大学 学生員 〇川浪 勉

1. まえがき

軽量コンクリートを乾燥させると、引張および曲げ強度の低下の割合が普通コンクリートに比べて著しい。この原因については、従来軽量骨材は一般に吸水量が大きく、コンクリート内部と表面とでは乾燥の速度が著しく異なり、表面近くに大きな引張応力が生ずるためであると考えられてきた。しかし、この説明では骨材自体の体積変化は看過されている。

一方、軽量骨材は乾燥時において膨張するという報告もあるが²⁾、もしこの現象が実際に生ずるとすれば、前述の軽量コンクリートに特有な欠点である引張および曲げ強度低下の原因を説明できるし、また従来少なびず報告され、その原因がはっきりしなかった軽量コンクリートの乾燥収縮が普通コンクリートとほぼ同じで、それ以下であるという現象も説明できる。

しかし、乾燥して収縮するということは、経験的にとびえにくい現象であるので、この点を明らかにするため独自の方法を用いて体積変化の測定を試みた。

2. 実験方法

本実験では現在市販されている骨材の体積変化を直接測定することとした。骨材は大きさが比較的小さく、また形状も定まらず、表面には凹凸がある等体積変化を測定する試料としては不利な条件が多く、ひとつの測定方法だけではその結果に信頼がかけないため、次の三つの方法を用いて比較検討することにした。

(1). 電気抵抗線ひずみゲージによる測定

この方法は、骨材に電気抵抗線ひずみゲージを円周状に貼付け、乾燥にともなう骨材の円周ひずみを測定して体積変化を推定する方法である。この方法の最大の問題点は、試料を水中浸漬した時、いかに防湿を完全にするかである。特に骨材のように、試料が吸水性である場合は、ゲージ上面の吸湿はもちろんで、下面の吸湿にも注意を要する。この点を十分考慮に入れ、試行錯誤した結果、最終的には次のような手順で試料を作製した。

絶乾状態の試料の表面をサンドペーパーで磨いて、できるだけ凹凸を少なくし、次に磨いたその部分をゲージ幅よりやや広めに、丁度骨材を一周するようにハチマキ状に接着剤でプリコーティングする。プリコートが完全に硬化した後、電気抵抗線ひずみゲージ(ゲージ長30mm)を貼付け、その上を更に、接着剤で防湿処理する。この接着剤が不透水性であることは、あぶびの実験を行って確かめておいた。さらに防湿を完全にするため、その上にワックスを塗布して仕上げる。ゲージ上面の防湿効果を確かめるため、真鍮に同様の処理を施して、水や油のひずみを長期にわたって測定した結果、変化しなかった。

(2). 変位計(電子マイクロメータ)による測定

これも電気抵抗の変化を利用する方法であるが、検査部が湿潤しても抵抗値に影響を及ぼさないため、この点に関してはより優れた方法といえる。また振動に対して非常に敏感であるので、この点は十分注意して測定を行った。

(3). コンタクトタイロダイヤルゲージによる測定

これは機械的測定方法であり、前述のような吸湿や振動による影響を受けることがない。骨材が試料としては小さいため、これを数個接着剤でつなぎ合せ、細長い棒状にし、10cm間隔にポイントを打って長さ変化を測定して体積変化を推定した。測定面は試料のそりなどによる影響を考慮して凹面とした。

水中での接着剤の伸縮による影響をみたため、真鍮の棒を数個つなぎ合せ、長さを測定した結果、変化しなかった。したがって接着剤による伸縮はないと思われる。

3. 実験結果

(1). 体積変化測定方法の比較

各測定方法による体積変化の比較を図-1に示した。この図は、絶乾状態の試料(造粒型人工軽量骨材M)を24時間水中浸漬した後、空中(以下空中の湿度はすべて70%)に放置した時の体積変化を示したものである。

(2). 軽量骨材および普通骨材の体積変化

図-2. 3に、造粒型人工軽量骨材Mおよび白石川産川砂利を長時間水中浸漬した時と24時間水中浸漬した後、空中に放置した時の体積変化を示した。

(3). 各種材料の体積変化の比較

24時間水中浸漬した後、空中に放置した時の材料の違いによる体積変化の比較を図-4に示す。ペーストは一週間水中養生(20℃恒温水槽中)した試料を用いた。

(4). 測定以前に乾燥の履歴を受けていない造粒型Mの体積変化

前述の軽量骨材は、測定以前に乾燥の履歴を受けたものであるが、焼成後一度も乾燥の履歴を受けていない試料(造粒型M)を用いて同様の測定を行った結果を図-5に示した。

4. 考察

(1). 実験方法について

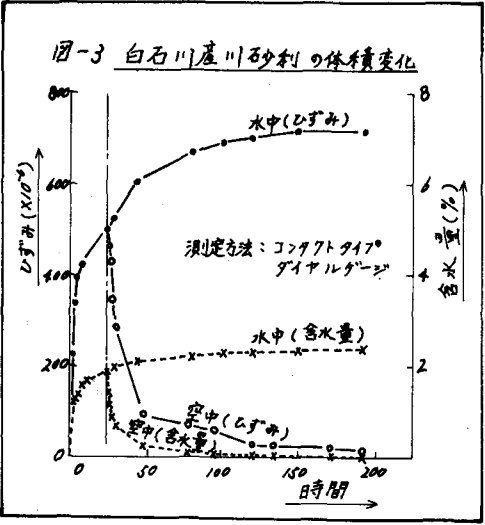
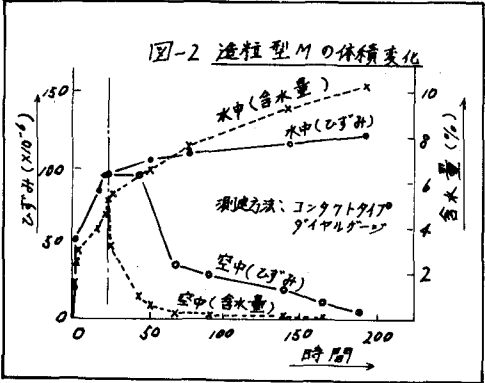
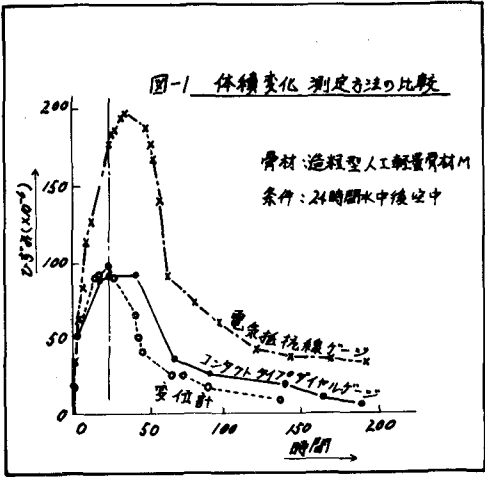
図-1より三方法とも吸水および乾燥過程で大体同じ傾向を示しており、いづれの方法によっても体積変化の傾向を知ることができるようと思われる。電気抵抗線ひずみゲージによる方法は他の二方法に比べて体積変化が大きく、乾燥後長時間を経ても体積が元に戻らないのは、十分防湿処理を施したつもりにもひずみゲージ、なお吸湿による絶縁不良を起しているためではないかと考えられる。

変位計を用いる場合、一装置で一個の試料しか測定できず多数の試料を測定するためには長時間を要する。

以上のようなことから、本実験では主としてコンタクトタイプダイヤルゲージを用いた。コンタクトタイプダイヤルゲージ法による測定値は、他の二者のほぼ中間の値を示し、この点でも最も信頼性が高いと思われる。

(2). 軽量骨材および普通骨材の体積変化について

図-2. 3より、造粒型人工軽量骨材Mおよび白石川産川



砂利に共通して言えることは、吸水により膨張し、乾燥で水は収縮するということである。ここでは図示しなかったが、造粒型人工軽量骨材および非造粒型人工軽量骨材を用いた場合も全く同様の傾向を示した。すなわち、本実験では、軽量骨材の乾燥膨張という現象はみづれることがた。

(3) 各種材料の体積変化の比較について

図-4をみると、ペーストの体積変化は骨材に比べて著しく大きい。このことより、コンクリートの体積変化を考える場合に、ペーストの体積変化が非常に大きく影響することがわかる。また、普通骨材は軽量骨材に比べて体積変化が約5倍ほど大きく、普通感覚的にとびえている予想とは全く逆の結果となっている。

したがって、軽量コンクリートは普通コンクリートに比べて、乾燥収縮が同等か、それ以下だという現象も、軽量骨材の体積変化が普通骨材よりも小さいという点から説明可能になるように思われる。

しかし、軽量骨材の乾燥収縮が普通骨材よりも小さいという結果は、本実験に用いた試料についていえることであり、試料によってはこの逆の場合も起こりうる。またコンクリートとした場合軽量骨材は弾性係数が小さいためペーストの収縮に対する拘束が小さいという点も加味しなければならず、普通コンクリートと軽量コンクリートとの乾燥収縮の比較は一概に論ずることができないように思われる。

また本実験では、軽量コンクリートの問題点のひとつ、すなわち、乾燥時における引張、曲げ強度の著しい低下の原因を解明することも目的としたが、得られた結果の範囲内では結論を下すことができない。今後、この問題を解明するにはコンクリート内部の含水状態の変化を調べる必要があるように思われる。

(4) 測定以前に乾理の履歴を受けていない軽量骨材の体積変化について

軽量骨材を水中浸漬すると、水和により膨張すると説明している報告がある。前述した軽量骨材は乾理の履歴を受けており、水和反応がすでに終了したために水和膨張を生じないのではないかと懸念が残る。そこで、焼成後一度も乾理の履歴を受けたことのない試料を用いて同様の測定を行なってみたわけである。(図-5)

乾理の履歴を受けたことのない骨材の体積変化は、履歴を受けた骨材よりも体積変化が大きく、空中に放置して含水量がほぼ1になった時点でも体積は元の状態に戻っていない。この戻らなかった値の分だけ水和反応によって膨張したものと思われる。したがって、水和膨張はたしかに存在するようである。

おわりに、本実験に協力してくださった岩手大学、椎子国成氏に対して感謝致します。

参考文献：1. 国分外、コンクリートライブラリー-10号 2. 近藤外、セメント技術年報X

