空気圧力を用いたコンクリートの表面吸水試験装置の精度向上

香川高等専門学校　学生会員　○増尾　敬
香川高等専門学校　正会員　林　和彦

1. はじめに

原位置でのコンクリートの表層品質を評価する非破壊試験法のひとつに表面吸水試験があり，これはコンクリートへの吸水量などから，コンクリートの表層部の吸水抵抗性，緻密性を評価するものである．この手法を発展させ，タンクに貯めた空気の圧力とボイルの法則を利用することにより，測定面よりも上部に構造物が存在する部位でも表面吸水試験を行うことができる装置を著者らは開発した[1)]．本研究では，さらに測定精度の向上や現場環境での使用による影響を把握した．

開発した空気圧を用いる吸水試験装置は，図-1に示すようにチューブの途中に空気と水の境界面を作り上げるようにし，コンクリートに接するかたちで水を満たし，空気タンクの内部の圧力変化により微小な吸水量を計測する装置である．空気タンクに一定の圧力を付与することで水に圧力をかけ，コンクリートが吸水することにより装置内の水の体積が減少し，同時に減少した水の体積だけ空気の体積が増加する．よって，コンクリートが吸水した水の体積は，空気タンク内の圧力(P)と空気の体積(V)を測定することでボイルの法則「PV=一定」の関係を用いて算出できる．

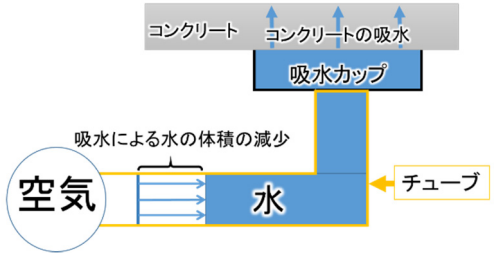

図-1 基礎理論の概要図

2. 本装置の吸水量計測における問題点

本装置で現場にて表面吸水試験の実験を行ったところ，測定を開始後も空気圧力が減少せず，逆に上昇し正確な吸水量が計測できなかった．これは，空気タンクの圧力が吸水以外の影響を受けたものと考えられ，吸水以外の要因として気温・気圧の変化などの外的要因と装置の機構的な内的要因が挙げられる．

3. 測定精度に与える影響の検討

3.1 電磁弁の作動クリープによる計測への影響

装置の内的要因として空気タンク加圧のためのポンプや水と空気の供給・密閉を行うための電磁弁の影響についての検討を行った．その中で電磁弁（直動式）のパッキンの部分のクリープ変形が空気の体積を減少させて，時間が経過するにつれて圧力上昇に影響を与えていると考え，確認のための実験を行った（図-2）．図-3 に示すように空気タンク 2 つを電磁弁を介したチューブで繋ぎ，電磁弁を作動させて時間毎の各々のタンク内部の圧力の変化を計測した．計測結果より電磁弁の OUT 側のタンクの圧力と IN 側のタンクの圧力の差分（以下，圧力差）と経過時間を示した図-4 を見ると，電磁弁を閉めた際に急激に圧力差が上昇した後に，少しずつ上昇していることが確認された．

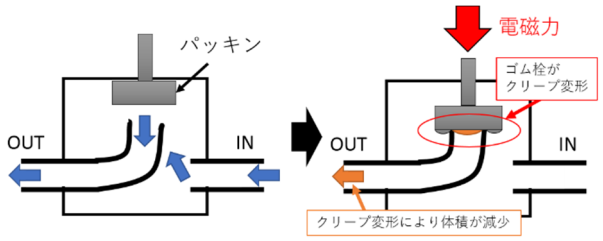

図-2　電磁弁のクリープによる体積変化

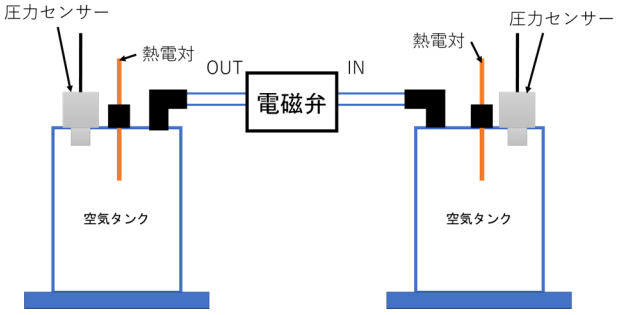

図-3　電磁弁のクリープ確認のための実験装置

キーワード　表面吸水試験，非破壊試験，コンクリート，表層品質，耐久性
連絡先　〒761-8058 香川県高松市勅使町 355　TEL 087-869-3920

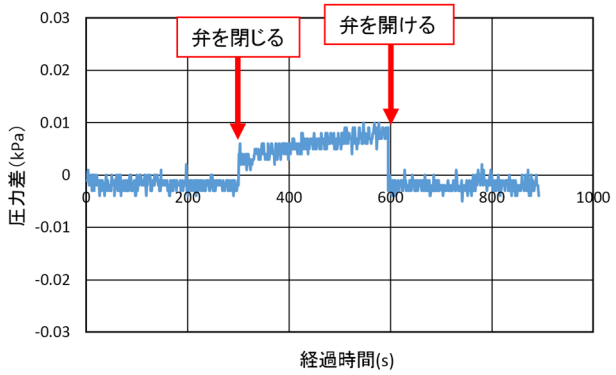

図-4　電磁弁のクリープによる空気タンクの圧力変化

この結果より電磁弁のクリープにより計測中に測定装置の空気タンクの圧力が上昇していると考えられる．そこで，本装置の全ての電磁弁を空気タンクに IN 側が向くように改良した．改良前と改良後の装置にて吸水部をコンクリートではなくアクリル板に設置し，吸水しない状態で空気タンク内部の圧力の変化を計測した．

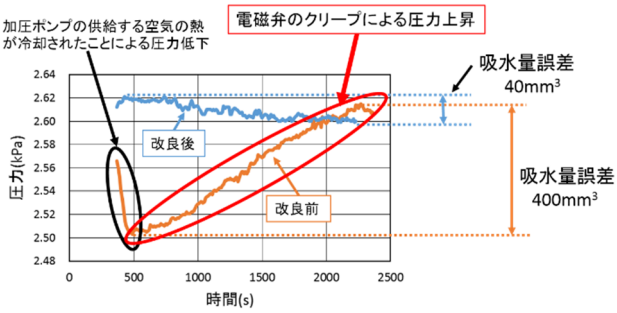

図-5　改良前と改良後の経過時間に伴う圧力変化

図-5 の結果より改良後は改良前に比べて圧力上昇量が非常に小さくなっており，この圧力変化を吸水量計測の誤差に換算すると 40mm³（W/C=50%のコンクリートで観測された 10 分間の総吸水量の 1%程度）となり，評価に影響を与えない程度に圧力の変化を抑えることができた．

3.2 空気の温度変化による計測への影響

外的要因として外気温，外気圧の変化により空気タンク内部の圧力が変化すると考えて検討を行った．このうち，外気温の変化による影響は，外気温の変化により空気タンク内部の温度が 1℃変化するとシャルルの法則により空気タンク内部の圧力が変化し，1500mm³ の吸水量誤差を与える．そこで，センサーを含む空気タンク全体を発泡ウレタンにより断熱処理を行うことにより外気温の変化による影響を抑えることを試みた．恒温槽を用いて空気タンク内部と外部に 10℃および 20℃の温度差を与え，空気タンクの断熱処理の有無について 10 分間（表面吸水試験の計測時間）の空気タンク内部の圧力変化を計測した．

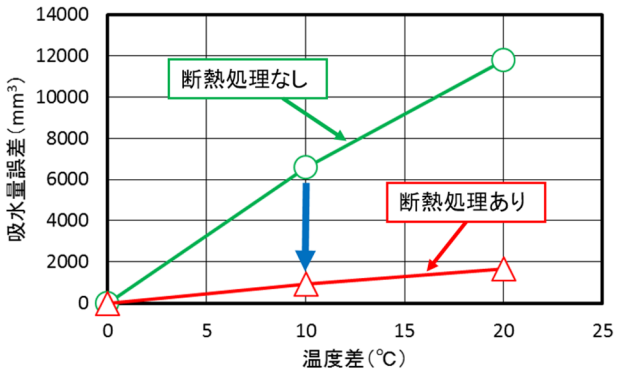

図-6　タンク内部と外部の温度差による 10 分間の誤差

圧力変化を吸水量誤差に換算した図-6 の結果を見ると，断熱処理を行った空気タンクの方が 10 分間の圧力の上昇量が抑えられることがわかった．これまでの検討から実際の現場での空気タンク内部温度と外部気温の差は計測中の 10 分間で多くても 1℃程度であることが考えられ，その時の誤差は 90mm³ となることから，断熱処理を行うことにより吸水量の計測誤差を評価に影響の与えない程度まで抑えることができると考えられる．

4. まとめ

1) 電磁弁の内部のパッキンのクリープによる体積変化が空気タンクに影響を受けないように使用することで計測中の空気タンクの圧力上昇が評価に影響を与えない程度まで抑えることができる．
2) 空気タンクに断熱処理を施すことにより，外気温の変化による空気タンク内部の圧力上昇を評価に影響の与えない程度まで抑えることができる．

以上より，加圧および吸水量の測定に空気圧力を用いた表面吸水試験において，現場環境においても精度を確保する方法を開発した．

参考文献

1) 増尾敬，林和彦：コンクリートの様々な角度の面に適用可能な表面吸水試験装置の開発，土木学会第 71 回年次学術講演会概要集，V-477，pp.953-954，2016 年 9 月