

## 2005年度第1回テクニカルフォーラム 議事録

テーマ名：建築材料の新しい耐凍害性評価方法 - 材料の性状変化、部位条件等を考慮した限界飽水度法 -

講師：千歩 修氏（北海道大学 教授）

日時：5月20日（月）17：30～20：00

場所：トリトンスクエアZ棟 4階フォーラム

参加者：14名+事務局（別紙参照）

資料 「建築材料の新しい耐凍害性評価方法 - 材料の性状変化、部位条件等を考慮した限界飽水度法 - （パワーポイント資料）」

講演 17：30～18：50

促進凍結融解試験で耐凍害性が優れた結果となる材料でも、実環境に使用すると大きな凍害劣化を生ずることがあり、耐凍害性の評価が正しく行われていない。正しい評価を行うためには、地域・部位条件や使用環境における材料の性状変化等を考慮する必要がある、これらを考慮して、コンクリートおよび各種仕上材料に適用可能な、新しい耐凍害性の評価方法の考え方と実験データが紹介された。

自由討議 19：00～20：00

コーディネータを事務局 上田 眞稔氏にお願いし、自由討議が進められた。まず、参加者の中には凍害の経験のない方もいるので、凍害例の紹介をお願いした。先生より、集合住宅のベランダ部分、パラペット、外壁複合パネルやALC外壁の凍害事例が示された。また、RC躯体の被害も被りコンクリートにとどまらず、内部まで被害が及んでいる事例が紹介された。

Q．乾湿繰り返しや屋外暴露の場合で吸水率が高くなるというのは、その表面でマイクロクラックが増えて表面のみの吸水率が高くなるということか。

A．乾湿繰り返しによる吸水率の増加は表面のみにとどまらないものと考えられる。このことを説明するためのデータを本日は持ってきていないが、かなり中まで乾湿繰り返しの影響が入っていると思われる。

Q．一般的に試験室レベルの結果と暴露試験での結果で経時変化の比較をどうするかが問題となるが、この試験ではどうか。

A．経時の変化をどう取り扱うかであるが、実際の使用条件で材料が経時でどのように変化するかは暴露試験でないと分からない。サイディング材では、2通りの屋外暴露試

験を行っており、実際の使用状況に似た状況で材料がどう変化しているかを見ている。乾湿繰り返し室内実験は屋外における変化の傾向を実験室レベルで早く評価できないかということで行ったものである。この室内実験は現実には起こっている乾湿繰り返しより厳しい条件で行っているため、その変化を捉えられるのではなかと考えて実施したが、現実には厳しすぎたと思われる。今回行った乾湿繰り返しの促進試験条件では現実の環境における材料性状の変化を評価できないと感じている。実際の変化については実際の暴露を見ていく以外にはないのではと思う。より条件の緩やかな乾湿繰り返しをすれば、現実の条件における変化を評価出来る可能性もあるが、今後の検討課題である。

- Q . 水はどこから来るか、水蒸気であったり、直接水がかかるとか種々あると思われるが。
- A . 多くの人は外壁には水は雨や雪によって外部からだけ供給されると考えているのではないと思われる。当然外からの雨や雪により含水率が高くなり壊れることがある。これだけを考えると失敗を引き起こすことが多い。外から来る水を徹底的に防止するために、ゴム膜のような外壁仕上材を使う場合がある。この場合、外からの水は止まるが、室内側等からも水が供給されることがあり、壁体中の水の逃げ道がなくなり、膨れ上がることがある。このような室内側からの水による凍害はかなり多いものと思われる。冬の室内は温度が高く、湿度も高い。結露が起こり結露水が移動する。表面に水の通さない膜があると膜の裏面に水が溜まり、ひどい場合にはバレーボールほどのこぶのような膨れが出来る。水は色々なところから来ることを考えなくてははいけない。
- Q . コンクリート実験のまとめで水セメント比が25%と50%の比較で、屋外暴露での飽水度の変化で25%は高い値を示し、50%は小さい傾向とあるが、では耐凍害性から言うと水セメント比の小さい良質の高強度コンクリートは無理だということか。
- A . 無理ではない。空気量で耐凍害性を確保できる。低水セメント比では標準的に試験をすると空気量を確保しないものでも良い結果が出る。このため、試験で良い結果が出ているので空気量は確保しなくても良いのではないかという意見がある。しかしながら、屋外暴露後に同じ試験を行うと耐凍害性が大きく低下するものがあり、低水セメント比コンクリートの耐凍害性は明確になっているとはいえないといえる。品確法の中で凍害が起こる可能性のあるところでは空気量を確保することを条件にしている。品確法の区分では東京でも八王子は凍害の起こる可能性のある地域である。促進試験で良い結果が出ているから空気量を確保しなくても良いのではないかという意見がコンタクトポイントに投げられており、いま、国交省で検討されているところである。方針としてはその他の対策と併せて考えるという方向に進んでいる。
- Q . 札幌のマンションの7割が凍害を起こしているという新聞記事がある。北海道の外断熱工法の被害例はどうか。
- A . 外断熱の躯体を評価すると、コンクリート躯体は外断熱で保護されているので躯体が

凍結することはなく、躯体に絶対に凍害は起こらないといえる。外断熱は躯体に対して大きな耐久性向上効果があり、良い工法ではあるが、かなり色々な問題も起きている。そのひとつに外断熱複合パネルの凍害劣化の事例がある。この構法は、パネルに断熱材を貼り付けた複合パネルを躯体に取り付けるものである。躯体は保護されて内部環境は良くなっているが外装材の劣化が数多く報告されている。これは、断熱材の内側の躯体・室内は温度変化の少ない環境となるが、断熱材の外側は温度変化がかなり激しくなる。先ほど紹介した実験の乾湿繰り返しで乾燥温度を80度と設定したのは外断熱の外側が実際にこれぐらいの温度となるためである。高温と大きな温度変化が外装材表層に大きな劣化を発生させているものと考えられる。80度ぐらいの温度から低い温度までの温度変化・乾湿繰り返しを考えるとこれに耐えられる材料は無機質系の材料でもなかなか無いようである。外断熱工法には密着工法と通気層工法がある。通気層のある場合は温度が高くなると気流の流れが生じ、部材を冷やすので実際の温度は低くなる。外装材の長期的耐久性を考えると密着外断熱工法は望ましくないと考える。材料の使い方を考慮した外断熱工法を考える必要がある。

マンションの7割が凍害を受けているという件だが、札幌のマンションのベランダでは何らかの凍害を受けていない建物はないという人もいる。古い建物のベランダを見るとかなり痛んでいる。このようなことから、札幌のベランダの作り方が変わりつつある。昔はコンクリートの上にモルタル仕上げがほとんどだが、最近の建物は何らかの防水仕上げを使うようになってきている。材料の性能だけでなく使い方も併せて考慮する必要がある。

Q . 住宅の場合の外装材は気泡コンクリートとサイディング材を使っている。気泡コンクリートを使った場合、材料の耐凍害性や凍害危険度から評価して販売地域を限定しているので問題は起こっていない。サイディング材を使った場合は北海道、東北と販売地域が広い。色々なタイプのサイディング材の耐凍害性の評価には今までのJISにある試験方法では参考にならないと考えており、限界飽水度法の評価方法は良い方法であると思う。最も凍害に強いサイディング材はどのようなタイプのものか。

A . サイディング材の凍害の実験については一部の材料を用いただけであり、明確に答えることはできない。感覚的には、パルプを用いた材料は良くないのではと感じている。また、材料的にはコンクリートと同様の耐凍害性確保の方法も活用できるものと考えられ、独立気泡を入れた材料が良いのではないかと思われる。今後研究を続けていくが、サイディング材の場合表面にかける仕上げ材との相性も重要である。さらに、断面形状や使い方も影響する。

気泡コンクリート・ALCは凍害に弱いということであるが、これはあるメーカーのALC板の凍害発生率を年度ごとに見た図である。1969年では新築建物の10%程度に凍害のクレームがでていた。それが逐次減っており、1989年ごろには0.5%と、大きく変わっている。何が変わったかであるが、材質はまったく変わっていない。使

う人が使い方を分かっただけである。材料には長所もあれば短所もあり、短所を補う使い方が重要である。

- Q . 限界飽水度は耐凍害性の代用特性として提案されているが、含水率等の他の尺度との対応はどうか。
- A . この試験方法では、含水状態の指標としては飽水度を用いて評価している。これを含水率に置き換えてもまったく同様である。サイディング材では真空吸水を行っていないのでここで示したデータは体積含水率で求めている。これで全空気量を求めれば飽水度に換算できる。ただし、色々な材料が出てきたときに総合的に評価することを考えれば飽水度で求めておけば、実験をせずに計算で飽水度が求められるのではないかと考える。なお、限界飽水度だけでは耐凍害性を評価できず、吸水性状とあわせて評価する必要がある。
- Q . 限界飽水度法は何時頃に提案されたものであるか。外装材の飽水度の評価法として余り用いられていないが。
- A . 限界飽水度法は、私の学生時代( 20 年前ぐらい)に RILEM で試案として提案された。日本では水中凍結・水中融解試験が主であるため、あまり用いられていない。また、限界飽水度法は人手がかかるのでなかなか用いられないものと思われる。
- Q . 耐久性を評価するということは材料単体で評価するのではなく、そのものが受ける実状況、実環境で評価するのが正しいと常々思っていた。今回の実験で限界飽水度法は乾湿繰り返しとか、暴露試験であまり変化がない結果のようだが、水セメント比や使用する材料によって一般的には変化するものか。
- A . 材料により変化する。先ほど紹介したサイディング材の耐凍害性では乾湿繰り返しで影響が無いという結果であるが、サイディング材の場合、乾湿繰り返しにより吸水性状は大きく変わっている。耐凍害性の指標である凍害が発生するまでの時間での変化はほんの少ししかなかったという結果である。試験条件・材料等が変わると結果が変わると考えられる。
- Q . 限界飽水度は経時変化、経年劣化で落ちてくるが、その時々で測定し、判断する必要があるのか。
- A . 現在はあるポイントで試験を行ってこの結果が出たということを紹介しているだけである。実際に劣化予測に使う場合には沢山のデータを取る必要があるが、データが蓄積されれば、予測が可能となるものと思われる。
- Q . 実験の因子の設定について伺いたい。空気量では 1 %、4 %、水セメント比で 25 %、50 % とあるが、実験の感覚としては分かりやすい数値ではあるが、住宅性能評価ではコンクリートは水セメント比 25 % で空気量 3 % 内外が多い。高強度コンクリートでも 3 % の設定では通らなく、現実的には 5 % の設定となる。1 % という数字は作りづらいコンクリートという感じがする。
- A . 1 % の因子は過去の実験から耐凍害性に大きな問題が出ることが分かっているために

設定した値である。多くの方はこれに気づいていない。この問題を明確に示すために1%を設定した。実際の低水セメント比コンクリートでどれだけの空気量を確保すれば良いかについての実験結果はまだ不十分であるといえる。この問題については、今年度の研究で明らかとできるよう計画しているところである。先ほど報告したデータは、まだ初期の段階で、一部のデータを紹介したものとご理解いただきたい。