

3. R C集合住宅における内断熱壁体の 各部の温・湿度変動の長期測定調査

—コンクリート初期含水の影響—

谷 沢 晋

要 旨

鉄筋コンクリート造の集合住宅で、特に問題となることの多い「結露」現象についてこれまで多くの研究発表がなされているが、その大半が実験室的な研究であり、実生活を伴った状態での温・湿度測定による研究が行われている例はほとんど見られない。

本報告は、昨年竣工した当社々宅において、そのコンクリート壁体の内断熱仕上げ層の内外部における温・湿度変化を1年余りにわたって計測した結果について述べるものである。

キーワード

結露／断熱壁／長期のコンクリート含水率

目 次

1. はじめに
2. 概 要
3. 測定結果及び考察
4. まとめ
5. あとがき

3. LONG-TERM MEASUREMENT OF TEMPERATURE AND HUMIDITY VARIATIONS IN THE INTERIOR HEAT-INSULATING WALL USED FOR RC APARTMENT HOUSES.

—Effects of Initial Water Contents in Rigid Concrete—

Susumu Tanizawa

Abstract

Many documents have been published on condensation which is often an important problem in reinforced concrete apartment buildings. However, most experiments with this have been carried out in laboratories, and very few tests have measured temperature and humidity in actual buildings.

This report describes our measurements over one-year of the variations in temperature and humidity at the exterior and interior of finished concrete wall of a company-owned employee apartment house completed last year.

1. はじめに

鉄筋コンクリート造集合住宅において、その完成後に発生するクレームの一つに「結露」による被害があげられている。

最近では、その事例の重大さに鑑み、結露対策を講じている設計図書が多く見られるようになったが、大学の研究者や製造会社等によって、今なお防露対策についての研究論文が発表されている。しかし、そのほとんどは模型実験等による研究であり、実生活を伴った上でのものはあまり行われていない。

このような実情を踏まえ、実生活を伴った状態で建物外壁の仕上げ層内外部の温・湿度が四季を通じてどのように変化していくかを見るため、昭和62年当社が社宅として建設中であった建物の外壁に温・湿度センサーを埋設し、1年余りにわたって計測を行ってきたが、その結果をまとめることができたのでここに報告する。

なお、本研究は平成元年度日本建築学会大会（九州）にて発表を行った。

2. 概要

2.1 工事概要

工 事 名 称 弥刀社宅新築工事
工 事 場 所 大阪府八尾市久宝園3丁目47
構 造・規 模 RC造地上3階建
建築面積 305.96㎡
延床面積 698.90㎡
戸 数 4戸／階 計12戸
工 期 昭和62年6月～昭和63年2月

2.2 測定場所と断熱仕様

測定場所は北面した部屋を3カ所選び、結露の発生しやすい外壁の隅角部に測定器を設置した。

高さ方向は、図-2に示すようにF.L.から200mm上がった所と、天井面から200mm下った位置に設置した。

壁体の断熱仕様は一般によく使われているもの3種を採用した。それぞれの仕様を図-3に示す。

同じ階の並んだ部屋でそれぞれの仕様のものを採用したかったが、間取りの制約もあり、図-1に示すように仕様(2)と仕様(3)は2階の隣接した部屋に、仕様(1)は3階の部屋に採用した（仕様(2)の直上階）。

2.3 測定器の種類と測定方法

測定センサーは、温度測定にT型熱電対（φ0.32mm）

を、湿度測定に電気抵抗型湿度計（ソアー製HT-410）を使用した。これらのセンサーを、あらかじめ体コンクリートの中に埋設しておいた電線とつなぎ（写真-1～6参照）、1階ポンプ室に設置した高速打点記録計（横河電気製ハイブリッドレコーダ3081）と接続して昼夜連続で自動計測を行った。

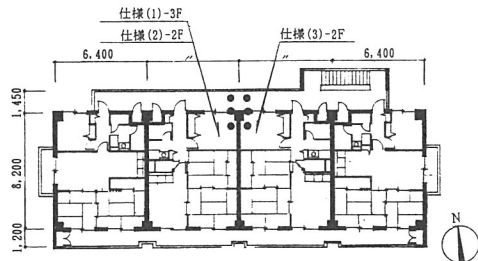


図-1 2, 3F平面図 ●：測定位置

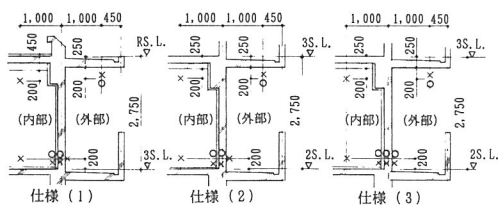


図-2 断面図 ○：温度センサー
×：湿度センサー

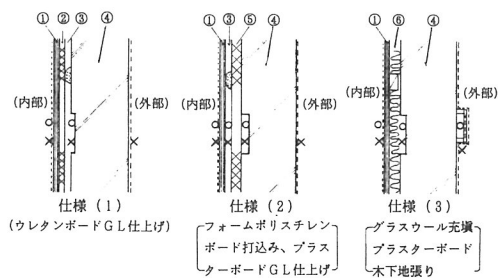


図-3 壁断面詳細図

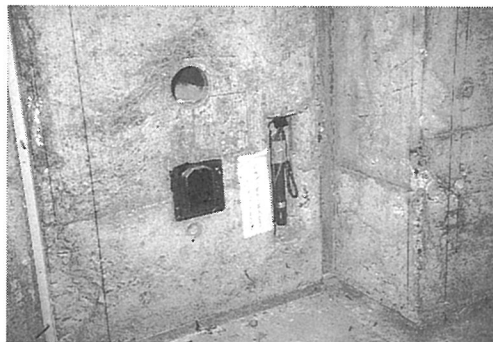
- ①：プラスターボード t 9mm
- ②：フォームポリスチレンボード t 10mm
(①+②：ウレタンボード t 19mm)
- ③：中空層 t 16mm
- ④：コンクリート t 165mm
- ⑤：フォームポリスチレンボード t 20mm
- ⑥：グラスウール 24K t 50mm
- ：温度センサー
- ×：湿度センサー
- 内部表面仕上げ：ビニルクロス張り
- 外部表面仕上げ：吹付タイル

2.4 測定期間

測定期間は表－１に示す８シーズンを選び、それぞれについて約２週間計測を行った。

表－１ 測定期間

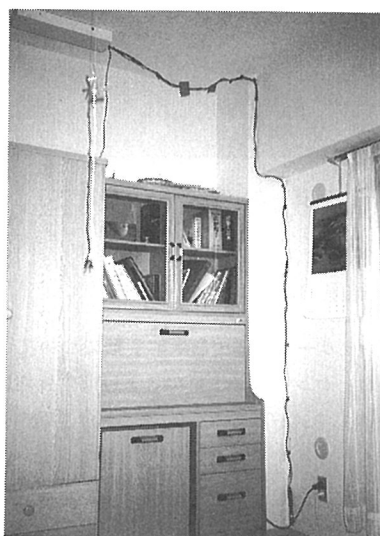
1. '88.02 中旬（試計測）	5. '88.09 下旬（秋雨期計測）
2. '88.04 上旬（春，春雨期計画）	6. '88.10 下旬（秋期計測）
3. '88.07 上旬（梅雨期計測）	7. '89.02 上旬（冬期計測）
4. '88.08 上旬（夏期計測）	8. '89.04 上旬（春，春雨期計測）



写真－３ 温・湿度センサー設置－仕様(1), (3)



写真－１ 断熱材切り込み後、温・湿度センサー設置－仕様(2)



写真－４ 測定時状況（室内）



写真－２ 断熱材復旧および天井センサー打込み配線－仕様(2)



写真－５ 測定時状況（外部）

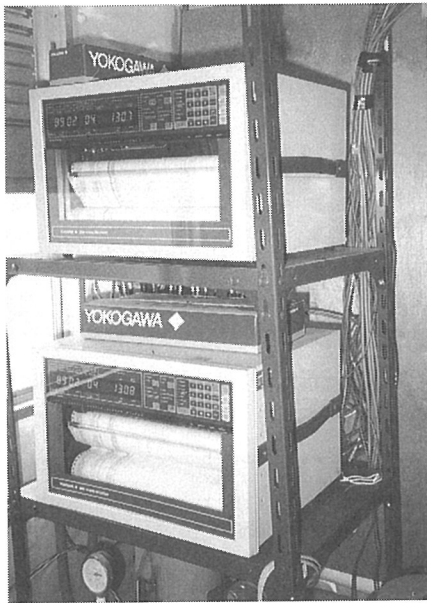


写真-6 高速打点記録計

3. 測定結果および考察

3.1 コンクリート壁体の含水率変動について

図-4は、コンクリート壁の仕上げ層内外部における温・湿度のそれぞれのシーズンにおける平均値をグラフで示したものである。その内の夏期および冬期の温・湿度変化の測定データを1例として図-5にあげておく。

仕様(2)は仕様(1)および(3)と異なり、断熱材で密閉カバーした内部空間にセンサーを設置して測定したものであるため、その測定値はほぼ正確と受け取ってよいと思われるが、図-4で分るように、△-3はコンクリートの材令が500日を経過してもその相対湿度はまだ85%の値を示しており、仕様(2)の場合、壁体の乾燥速度が極めて緩慢であることがうかがわれる。

すなわち、コンクリートの初期含水率は約1年半を経過してもまだかなり高く、乾燥するのになお長期間を要することを示している。

仕様(1)と(3)は、中空層部での測定値であるため正確な値を示しているとはいえないが、コンクリートく体壁の含水率の低下速度は仕様(1)が最も早い(○-2)。恐らく中空層から水分の発散が行われるからと考えられる。

仕様(2)と(3)ではその低下速度に顕著な差は見られな

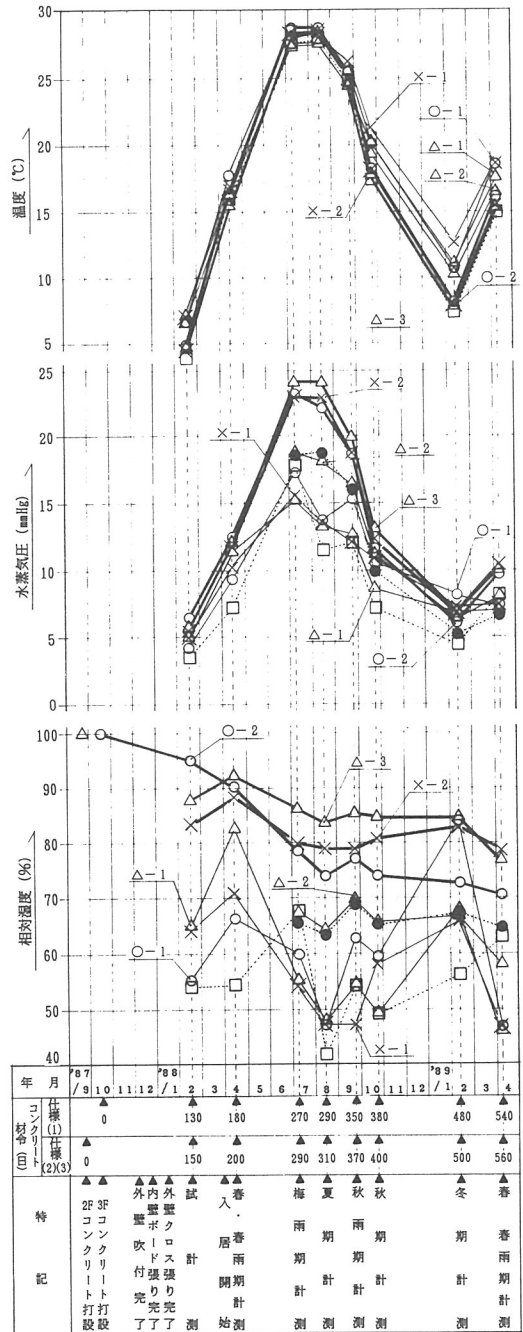
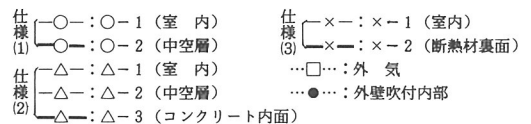


図-4 各部温・湿度の長期変動



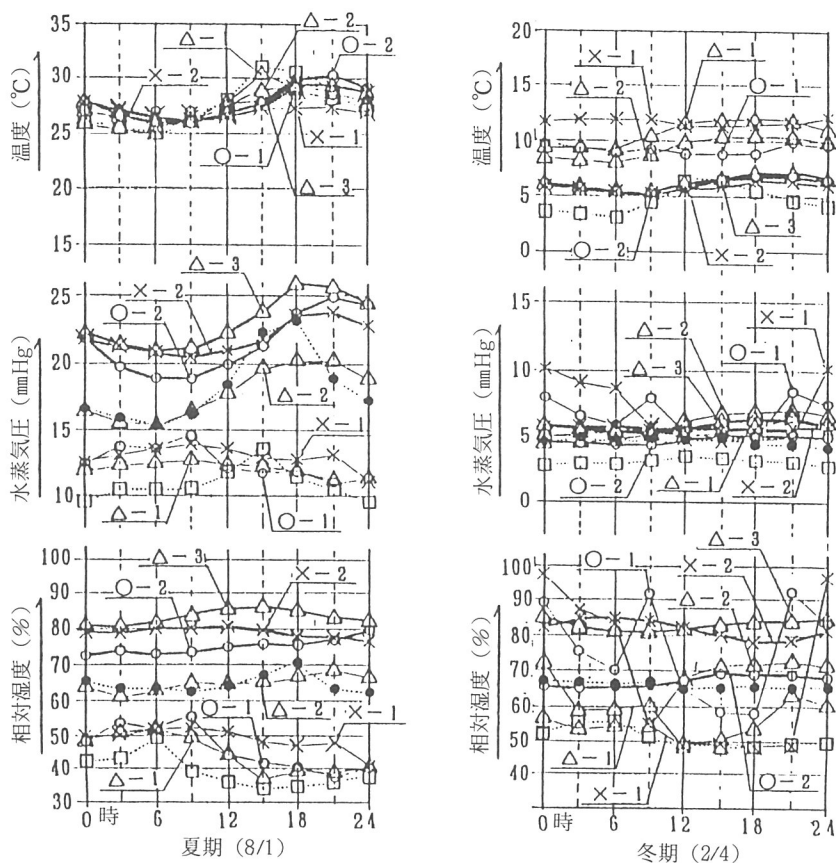


図-5 各部温・湿度の日変化

仕様(1) —○—: ○-1 (室内)
 —●—: ○-2 (中空層)
 仕様(2) —△—: △-1 (室内)
 —◇—: △-2 (中空層)
 —△—: △-3 (コンクリート内面)

仕様(3) —×—: ×-1 (室内)
 —●—: ×-2 (断熱材裏面)
 …□…: 外気
 …●…: 外壁吹付内部

いが、コンクリート面が断熱材と密着している仕様(2)の方が若干相対湿度が高くなっていることから、水分の発散が断熱材に抑制されているのではないと思われる。

いずれにしろ、コンクリート壁内表面の含水率の低下が長期にわたることから言って、コンクリート打設後50～80日程度しか経過していないのに仕上げ工事を行っていかねばならない施工の現状では、梅雨期のような外気が高湿となる時期には、仕上げ層の内部で結露が発生する可能性が高く、結露についてもっと慎重に対策を立て、いかねばならないと思う。

なお、図-4および図-5から見て、いずれの仕様の場合も一時的な超高湿気象の場合を除き、竣工後の

今日まで結露の発生は見られない。

3.2 壁体の透過温・湿度について

夏期および冬期におけるある時期の、各仕様壁体を透過する時の温・湿度変動の1例を図-6に示す。

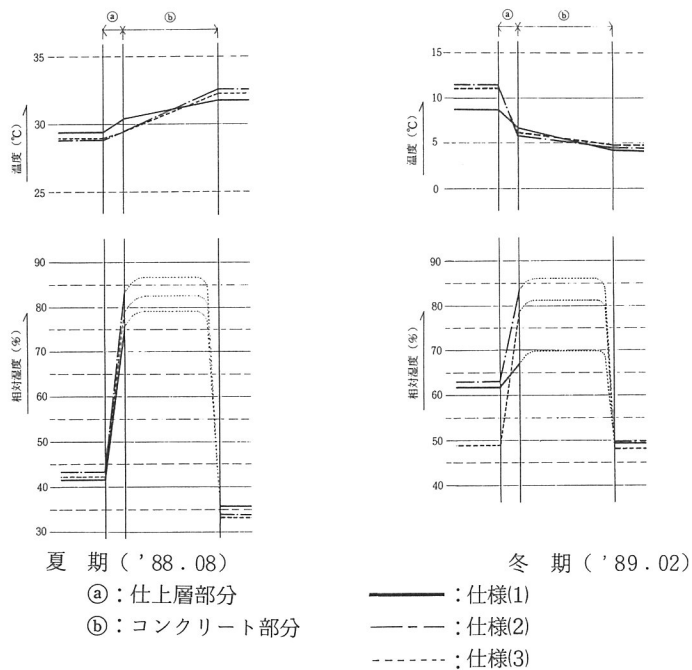
各戸の生活条件の違いから室内環境には若干の差異があろうが、同図の仕上げ層部分を透過時の温度変動を見ると、断熱性能では仕様(2)および(3)が仕様(1)よりも優れていることが分かる。

一方、相対湿度の変動を見ると、透湿抵抗性能については、夏期ではあまり差異は見られないが、冬期では仕様(3)が最も優れており、次いで仕様(2)、仕様(1)の順となった。

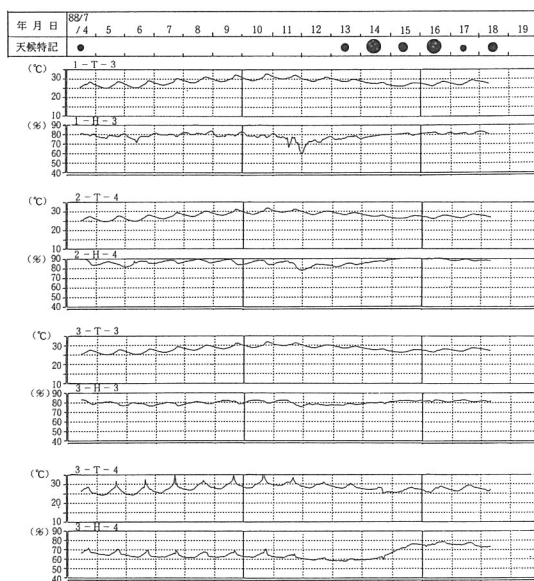
しかし、仕様(2)が仕様(1)に比べてかなり高い性能を

示しているとはいえ、前述したように、この仕様(2)ではいつまでも体コンクリートの含水率が高いことから言って、結露対策上、必ずしも優れた工法とは言えない。各仕様の特性を十分に踏まえた上での防露設計が必要と考える。

なお、計測期間を通じての壁体仕上層の内外各部における温・湿度の変動を後掲の図－7～11に示す。



図－6 壁体の透過温・湿度



図－7 (梅雨期)

- 1-T-3 : 仕様(1)中空層 温 度
- 1-H-3 : 仕様(1)中空層相対湿度
- 2-T-4 : 仕様(2)コンクリート内表面 温 度
- 2-H-4 : 仕様(2)コンクリート内表面相対湿度
- 3-T-3 : 仕様(3)断熱材裏面 温 度
- 3-H-3 : 仕様(3)断熱材裏面相対湿度
- 3-T-4 : 仕様(3)外壁吹付材裏面 温 度
- 3-H-4 : 仕様(3)外壁吹付材裏面相対湿度

● : 雨天 (大きさ↔降水量に対応)

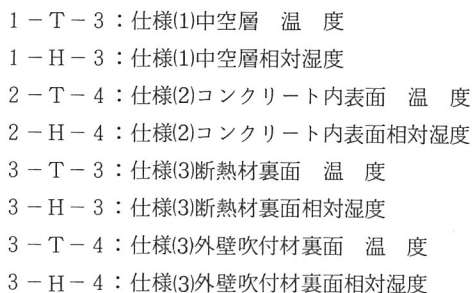


图-8 (夏期)

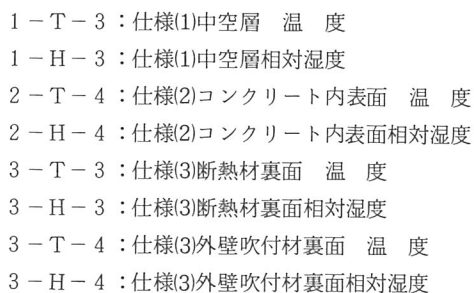


图-9 (秋雨期)

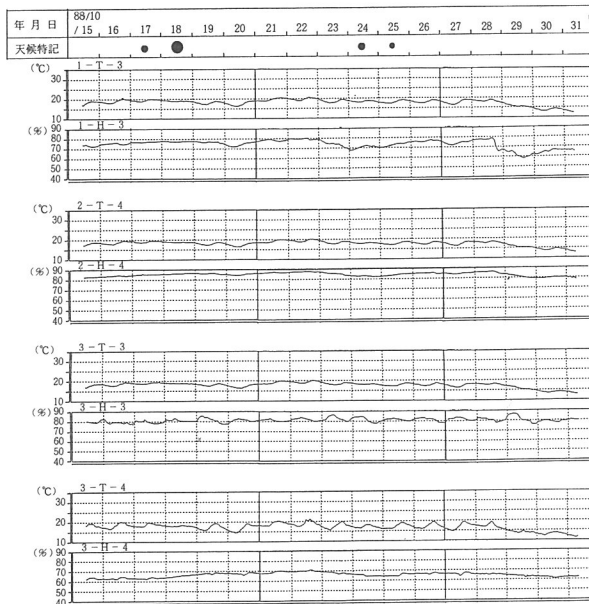


図-10 (秋 期)

- 1-T-3 : 仕様(1)中空層 温 度
- 1-H-3 : 仕様(1)中空層相対湿度
- 2-T-4 : 仕様(2)コンクリート内表面 温 度
- 2-H-4 : 仕様(2)コンクリート内表面相対湿度
- 3-T-3 : 仕様(3)断熱材裏面 温 度
- 3-H-3 : 仕様(3)断熱材裏面相対湿度
- 3-T-4 : 仕様(3)外壁吹付材裏面 温 度
- 3-H-4 : 仕様(3)外壁吹付材裏面相対湿度

● : 雨天 (大きさ↔降水量に対応)

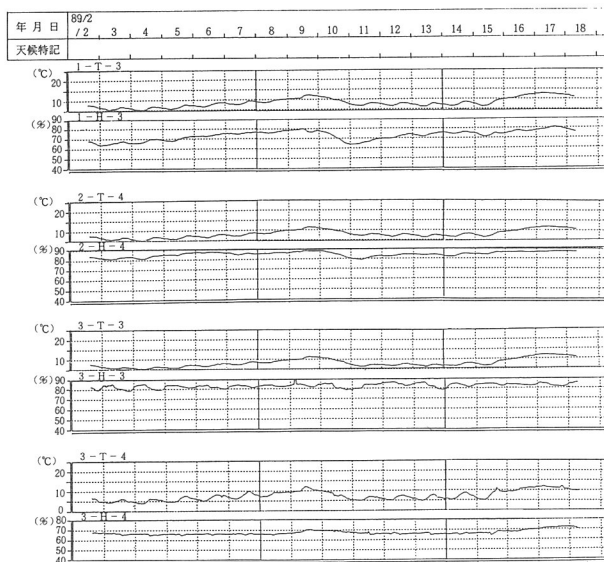


図-11 (冬 期)

- 1-T-3 : 仕様(1)中空層 温 度
- 1-H-3 : 仕様(1)中空層相対湿度
- 2-T-4 : 仕様(2)コンクリート内表面 温 度
- 2-H-4 : 仕様(2)コンクリート内表面相対湿度
- 3-T-3 : 仕様(3)断熱材裏面 温 度
- 3-H-3 : 仕様(3)断熱材裏面相対湿度
- 3-T-4 : 仕様(3)外壁吹付材裏面 温 度
- 3-H-4 : 仕様(3)外壁吹付材裏面相対湿度

● : 雨天 (大きさ↔降水量に対応)

4. まとめ

以上、実際の生活条件下における各種断熱工法の特徴を把握する目的で、長期にわたって、温・湿度の測定を行い、その考察を述べてきたが、その中で気付いたことは、コンクリート壁体の初期含水率の低下速度が極めて遅いことであった。

内部結露問題を解明していくには、結露計算で安全を確かめるだけでなく、コンクリート壁体の長期にわたる含水率の経時変化を知っておくことが必要であることが分かったが、現在までそれに関する研究はあまり行われていないようであり、特に、コンクリート含水率の低下速度を算定できる研究を今後共続けて行う必要性を感じた。

本研究から得られたデータのみで、どの仕様が優れていたとか、効果があまりなかったとか結論付けることは早計とは思いますが、結露発生を防止するためには、従来より一般に行われてきたような結露計算によって裏付けされた設計を行うだけでなく、以下にあげる点についても検討、考慮していくことが肝要と思う。

- ① 内部結露が発生しないように、コンクリートの初期含水率をできるだけ早く低下させる適切な工法の検討と開発
- ② く体工事から内外部の仕上げ工事へ移るまでに、十分なコンクリートの乾燥期間を取れるような工程管理

しかし、これらの項目を解決していくことは、現状の施工状況を考えるといずれも多大な困難が予想されるので、単に施工部門だけでなく、発注や設計の部門を含めた総合的な面からの検討が必要である。

5. あとがき

本実験は、入居者への迷惑を考え、一応、本年4月をもって終了した。今後は、これまでに得られた数多くのデータに、計測時に入居者各位にお願いして集めておいた生活状況についてのアンケートの分析結果を付け加え、詳細に内容を検討して各種断熱工法の特徴をより深く追求し、適切な結露防止指針の確立を目指していきたいと考えている。

なお、コンクリートの含水率の低下速度が予想以上に遅いことから、その乾燥状態の経時変化を正確に把握していけるように、今後、実験を行っていきたいと考えている。

最後に、本実験に際して終始協力して頂いた入居者各位を始め、本社関係者および計測テクノ欄、ならびに、御指導を頂いた神戸大学の松本 衛教授に心から感謝致します。