

道産CLTを用いた実験棟の気密性能（第2報）

性能部 平間 昭光

■はじめに

本稿は、道産CLTを用いた実験棟の気密性能を把握するため、令和元年に引き続き（写真1）、現場測定に基づく試験を実施し、気密性能の経時変化についてのデータ蓄積を目的に行った調査の第2報です。



写真1 実験棟北側（2019年7月撮影）

■試験方法

試験方法は、日本産業規格の「送風機による住宅等の気密性能試験方法」（JIS A2201）に準じて行いました（写真2）。

詳細等につきましては、第1報（林産試だより2019年10月号）¹⁾を参照してください。



写真2 送風機設置状況

■試験条件

前回の測定では、表1に示すように床仕上げ工事が完了していない状態（条件1）と、床仕上げ工事に伴い床パネルと接する接合個所に気密処理を施した状態（条件4）で、隙間の大きさにどれくらい差があるのか検証し、床面の気密処理により14%程度の隙間面積が減少したことを確認しました。今回は、それから二年が経過し、隙間の大きさに変化が認められるのかを検証しました。

表1 気密性能測定時の床仕様概要

測定日	床仕様
①2019.6.11 ※第1報 条件1	
②2019.7.16 ※第1報 条件4	
③2021.7.19 ~22	

■測定結果

測定結果を表2に示します。

前回の報告書にも記載したとおり、漏気の経路となる建物の隙間は、内部仕上げ等により隠されることがあり、目視での検出は困難です。

また、様々な形態で存在する隙間をすべて検知することも困難なため、気密の程度を示す総相当隙間面積 αA で評価することが一般的です。表2では、下段に示した数値が総相当隙間面積 αA となっています。

表2 JIS法による測定結果

測定日	①	②	③
隙間特性値 n (無次元)	1.44	1.47	1.33
通気率 a ($m^3/(h \cdot Pa^{1/n})$)	7.5	6.7	5.4
総相当隙間面積 αA (cm^2)	25.1	21.6	20.2

測定日②③を比較すると、2年経過しても総相当隙間面積 αA は大きくなっていないことが分かります (21.6→20.2 cm^2)。

これは、漏気経路となる建物の隙間面積が大きく変化していなかったと考えられます。

通気率 a や隙間特性値 n についての説明は割愛しますが、通気率 a や隙間特性値 n が変化しているということは、室内外の圧力差が変化したときの通気量が変化していることを意味するので、2年経過時の実験棟全体の隙間の大きさは変化していなくても、漏気経路や隙間の形状等が変化していると思われます。

ここで、測定日①の通気量を基準にしたとき、測定日②③の通気量が10～50Paの圧力差範囲でどれだけ減少するのかを示したのが図1です。

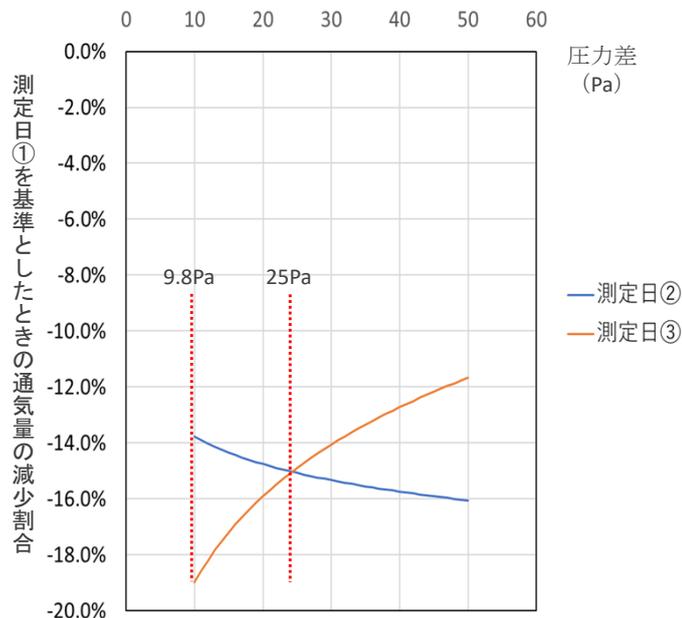


図1 通気量の減少量比較

表1で示したように、測定日②③は、パネルの接合箇所にコーキングや気密テープを施工していることから、ここに存在した隙間が塞がれたとしたら、総相当隙間面積 αA が小さくなります (表2: 実際いずれも小さくなっています)。

総相当隙間面積 αA を算出したときの圧力差9.8Paの通気量の減少量は、測定日③が-19%、測定日②が-14%で、若干測定日③の方が減少量が大きくなっていますが、総相当隙間面積 αA の計算値は、ほぼ同じことから (測定日②21.6 cm^2 、測定日③20.2 cm^2)、漏気経路や隙間の形状等もほぼ同じと仮定するならば、圧力差が大きくなっていても同じような傾向を示すと考えられます。

しかし、内外の圧力差がこれより大きくなっていくと、25Pa時で③ (-15%) と② (-15%) はほぼ等しくなり、50Pa時には、測定日③ (-12%) の方が② (-16%) より減少量が小さくなってしまいます。

この理由について考察するために、以下のような検討を行ってみました。

■隙間の構成と気密性能の検討

これまでは、JIS基準に基づく計算法により (以下、JIS法) 様々な気密性能値を算出してきましたが、ここからは並列結合モデル²⁾ に基づく気密性能の算出 (以下、並列法) を試みました。なぜこのような試みを行ったかという、並列法を用いることで、隙間の構成を二種類の開口形状の合成モデルとして算出することができるからです。

二種類の開口形状のイメージを図2示します。

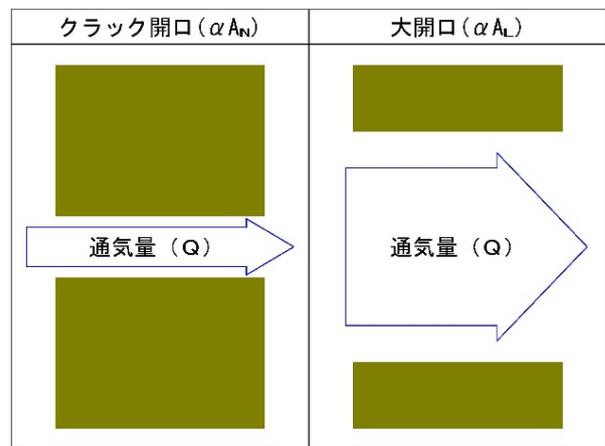


図2 並列法における開口形状のイメージ

開口寸法が小さく、開口寸法に対して奥行きが大きい開口を「クラック開口 (αA_N)」、開口寸法が大きく、開口寸法に対して奥行きが小さい開口が「大開口 (αA_L)」と定義されており、JIS法による隙間特性値 n が1に近づくのがクラック開口で、隙間特性値 n が2に近づくのが大開口となります。並列法では、クラック開口と大開口が並列に存在すると仮定して、通気量 (Q) と圧力差 (ΔP) との関係から導き出します。

並列法による計算結果を表3に示します。

表3 並列法による計算結果

測定日	①	②	③
αA_L (cm^2)	19.6	16.3	14.7
αA_N (cm^2)	5.8	5.1	6.2
$\alpha A_L + \alpha A_N$ (cm^2)	25.5	21.4	21.0

並列法で算出した隙間面積（大開口 αA_L とクラック開口 αA_N の和）と、JIS法の隙間面積（総相当隙間面積 αA ）を比較すると $0.2 \sim 0.8 cm^2$ の差となりましたが、相当隙間面積（C値）に置き換えると最大1%程度の誤差しか生じていませんでした。（表4）

並列法による隙間面積は、原点を通るという制約条件をつけた回帰モデルなので、実測データの重心を通らない曲線となる可能性があり、JIS法の隙間面積と乖離する場合がありますが、今回の結果を見る限りよく対応していることがわかりました。

なお、参考ですが、並列法による原点回帰モデルのあてはまりの良さを表す決定係数（ R^2 ）は、いずれも $0.97 \sim 0.98$ となりました。

表4 JIS法と並列法による隙間面積の比較

測定日	①	②	③
JIS法による隙間面積 (cm^2)	25.1	21.6	20.2
相当隙間面積（C値） (cm^2/m^2)	0.34	0.29	0.27
並列法による隙間面積 (cm^2)	25.5	21.4	21.0
相当隙間面積（C値） (cm^2/m^2)	0.34	0.29	0.28

次に、並列法で算出した隙間面積に占めるクラック開口面積と大開口面積の割合を表5に示します。いずれの測定日においても、クラック開口面積の占める割合が小さいことがわかります。

測定日①②を比較すると、床面に気密処理を施すことで、それぞれの開口形状の面積も $12 \sim 17\%$ 程度減少し、クラック開口面積の占める割合は、いずれも同程度となりました。

測定日②③において、開口形状ごとの面積を比較すると、クラック開口面積は 22% 増加し、大開口面積は 10% 減少していました。（表6）

表5 開口形状の面積比率

測定日	①	②	③
$\alpha A_L / (\alpha A_L + \alpha A_N)$ (%)	77%	76%	70%
$\alpha A_N / (\alpha A_L + \alpha A_N)$ (%)	23%	24%	30%

表6 開口形状の面積増減比較（②と③）

測定日	②		③
αA_L (cm^2)	16.3		14.7
αA_N (cm^2)	5.1		6.2

■おわりに

二年の経時変化で、総相当隙間面積に大きな変化は生じていませんでしたが、クラック開口の占める割合が大きくなっていることがわかりました。

この原因についての検証はできていませんが、CLTパネルを現し仕様で施工していることから、内外表面に何らかの隙間が発生している可能性は否定できません。ただ、総相当隙間面積が小さくなっていることもあり、原因箇所の特定は困難ですが、冬季の測定時にサーモレーサーなどでクラック開口の発生箇所を検出できるかもしれません。

今後も、相当隙間面積の経時変化や、換気や暖房システムに与える気密性能の影響などについて検証を行っていただければと考えています。

■参考文献

- 1) 平間昭光：道産CLTを用いた実験棟の気密性能，林産試だより2019年10月号，pp.1-6（2019）
<https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/dayori/1910/1910-1.pdf>
- 2) 鳥海吉弘，倉渕隆，兼重り子：集合住宅における隙間の評価法に関する研究，日本建築学会環境系論文集，第81巻，第722号，pp.385-391（2016）