

WUFI使用実例紹介



お茶の水女子大学
有限会社イーアイ
柚本 玲

2008年1月29日(火) 14:50 ~ 15:30
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8
機械振興会館 6階65 会議室

建物の高気密、高断熱化により、省エネルギーが達成された一方、内部結露等（木材の腐食、カビの発生）の問題が生じ始めた。

また、日本は気候の地域差が大きいため、各工法がそれぞれの地域の気象条件にふさわしいかどうかを確認する必要がある。そこで非定常解析の必要性が生じている。

ここでは非定常熱湿気同時移動解析プログラムWUFIを使った解析事例を紹介する。

●RC造壁体の断熱工法比較

(1) 湿式外断熱 (2) 通気層のある外断熱 (3) 内断熱

●木造建物壁体の熱湿気性状

(1) 断熱材の種類の影響 (2) 防湿シートの影響

使用プログラム

非定常熱湿気同時移動解析プログラム ヴーフィ日本版
WUFI Pro 4.1 for Japan
(フラウンホーファー建築物理研究所：IBP)

WUFIの物性データベース

フラウンホーファー建築物理研究所 (IBP) は「建築に関する試験・監督・認定機関」として、DAR (Deutsche Akkreditierungs Rat) という国 (ドイツ) の認証機関から認証されている。

データベース中、他国のデータも各国の公的に認定されている研究所あるいは大学で測定され、WUFI搭載時にはIBPで最終チェックを行っている。

わが国では、財団法人建材試験センターがこの役割を担う。

室内温湿度

	平均	最高8月	最低2月
室温 ()	22.5	27	18
湿度 (%RH)	60	一定	一定

気象条件

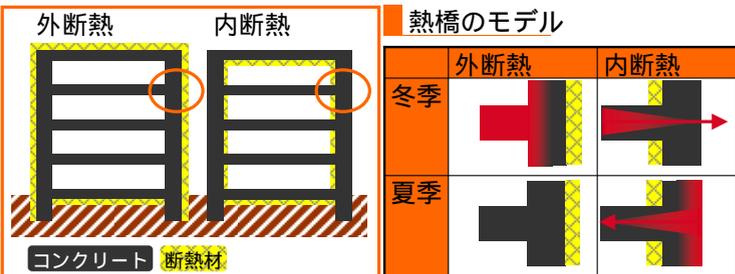
都市 (地域区分)	温度 ()			相対湿度 (%RH)		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低
旭川市 (I)	6.9	33.2	-21.7	77	100	16
札幌市 (I)	8.9	32.6	-13.0	71	100	26
東京都 (IV)	16.1	35.3	-0.8	62	100	17
那覇市 (VI)	22.7	32.7	10.9	75	100	33

対象都市	旭川市 (I地区)、札幌市 (I地区)、 東京 (IV地区)、那覇市 (VI地区) * () 内は次世代省エネルギー基準地域区分
解析期間	7月1日 ~ 6月30日 3年間 (標準年を繰り返す)
構造方位	北向き
建物高さ	10 mまでの高さの戸建を想定

- 水分の蓄積があるかどうか
全体含水率が増加傾向 水分が蓄積するため不適
- 構造内に高湿度 (80%RH以上) の部位があるかどうか
断面の湿気分布で高湿度な部位あり その部位の相対湿度変化の確認
- 高湿度が長期間続くかどうか
相対湿度が数ヶ月以上80%RH以上を示す 不適
相対湿度が短期間80%RH以上を示す
さらに詳細に検討 (Workshop 3日目 (1/31) で紹介)

条件によって配慮すべき要因が異なるため他の判断が必要な場合もある

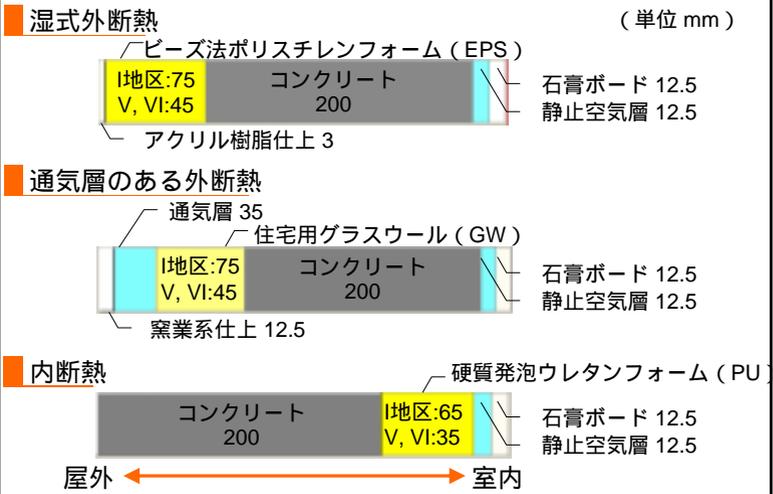
- 躯体が断熱材により守られているため傷みにくい
- 建物内の温度ムラが小さい 熱橋による熱損失が少ない
- 室温の季節変動が小さい
躯体が外気温変化の影響を受けにくい
熱容量の大きいコンクリート躯体が室内側に位置する
- 湿気が構造内をスムーズに移動し、湿気の害が起きにくい



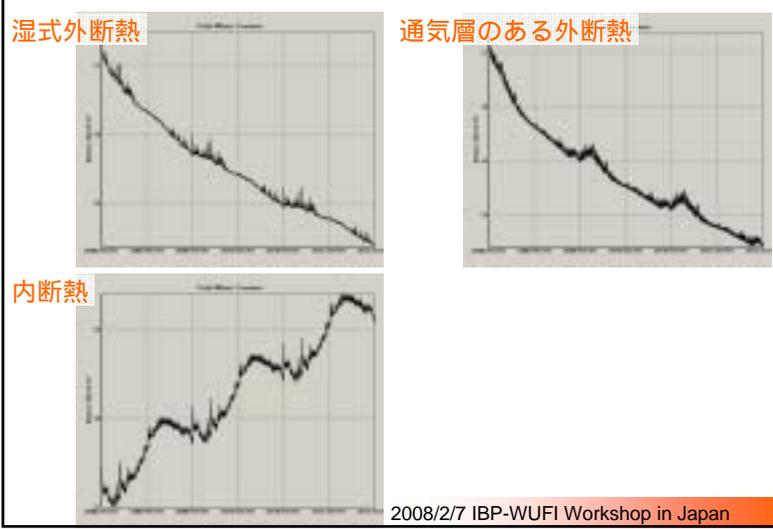
外断熱工法では、湿気が構造内をスムーズに移動し、湿気の害が起きにくいとされる。
RC造の3種の断熱工法について、寒冷地、中間地、蒸暑地の4都市で壁内の熱湿気性状を比較した。

- 湿式外断熱 (ビーズ法ポリスチレンフォーム : EPS)
- 通気層のある外断熱 (住宅用グラスウール : GW)
- 内断熱 : (硬質ポリウレタンフォーム : PU)

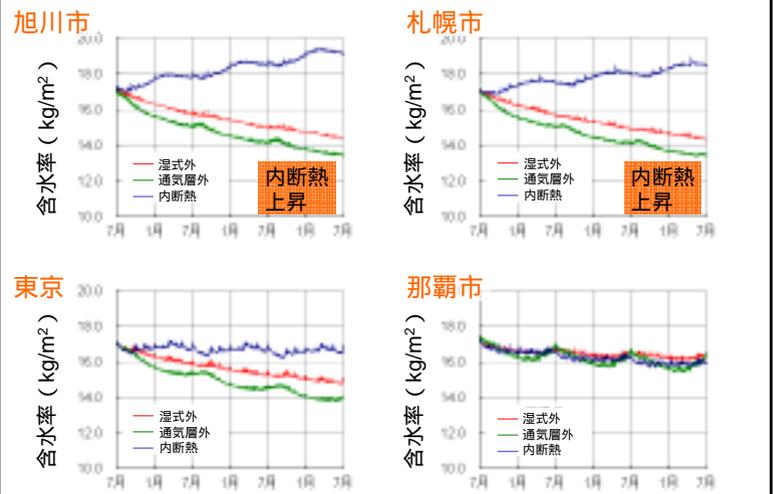
RC壁体断面構造モデル 9



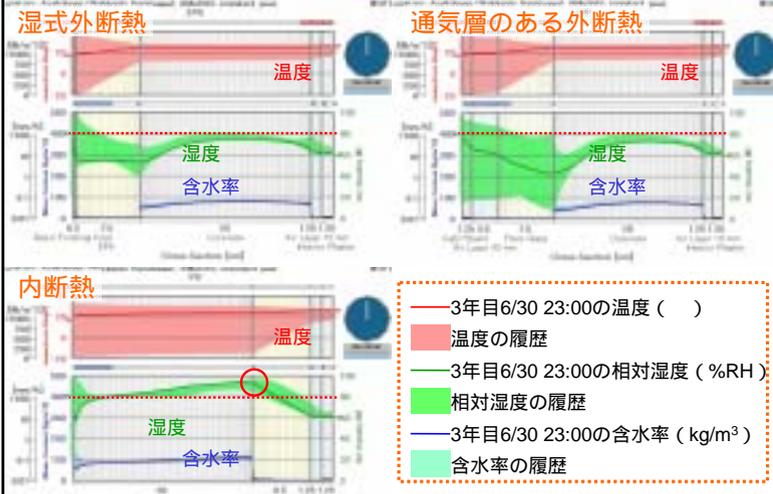
水分の蓄積：含水率変化：旭川市の例 10



水分の蓄積：含水率変化 11



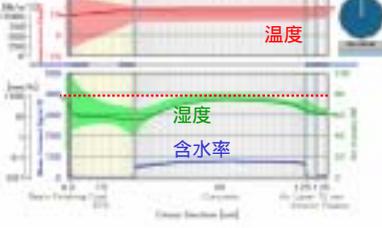
旭川市の壁内湿気分布 12



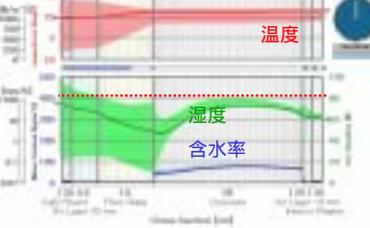
札幌市の壁内湿気分布

13

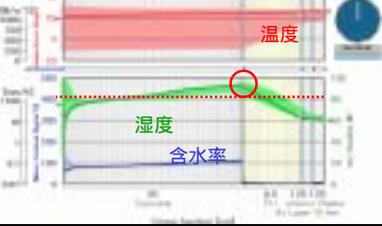
湿式外断熱



通気層のある外断熱



内断熱

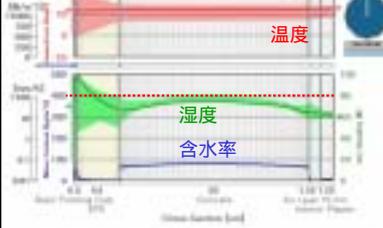


2008/2/7 IBP-WUFI Workshop in Japan

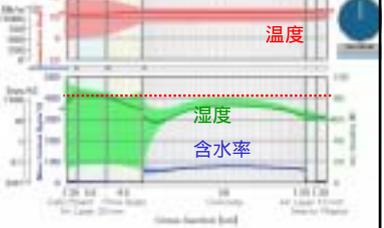
東京の壁内湿気分布

14

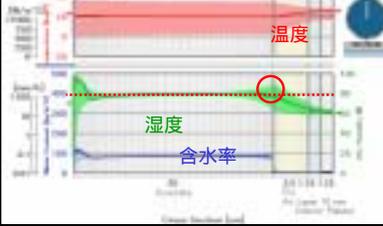
湿式外断熱



通気層のある外断熱



内断熱

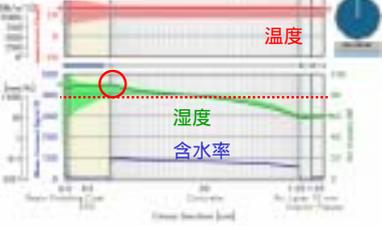


2008/2/7 IBP-WUFI Workshop in Japan

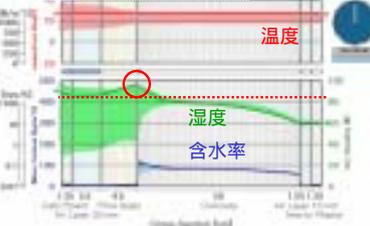
那覇市の壁内湿気分布

15

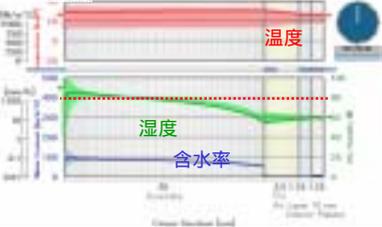
湿式外断熱



通気層のある外断熱



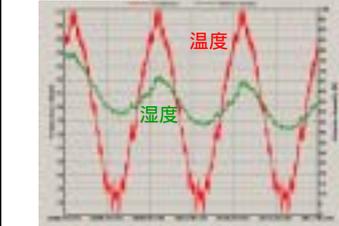
内断熱



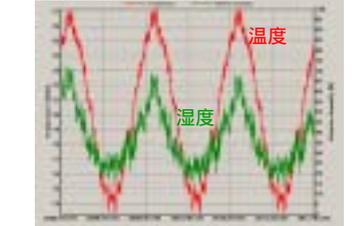
2008/2/7 IBP-WUFI Workshop in Japan

断熱材 - コンクリート境界の湿度変化：旭川市の例 6

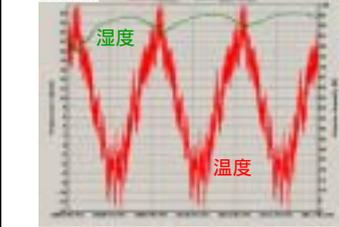
湿式外断熱



通気層のある外断熱

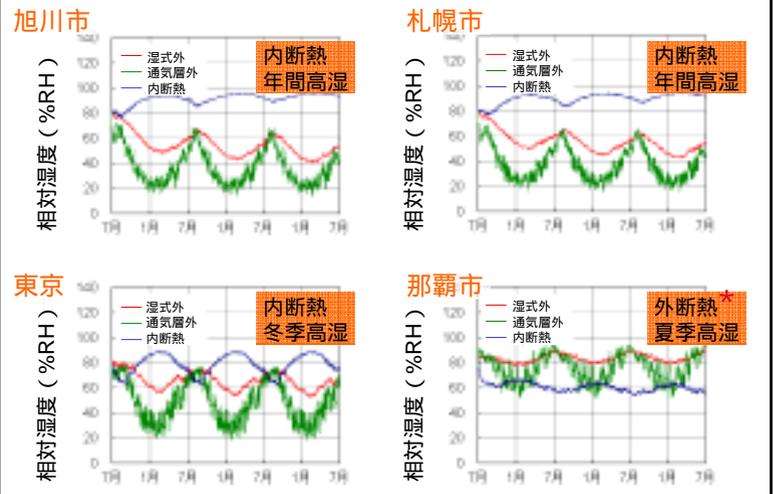


内断熱

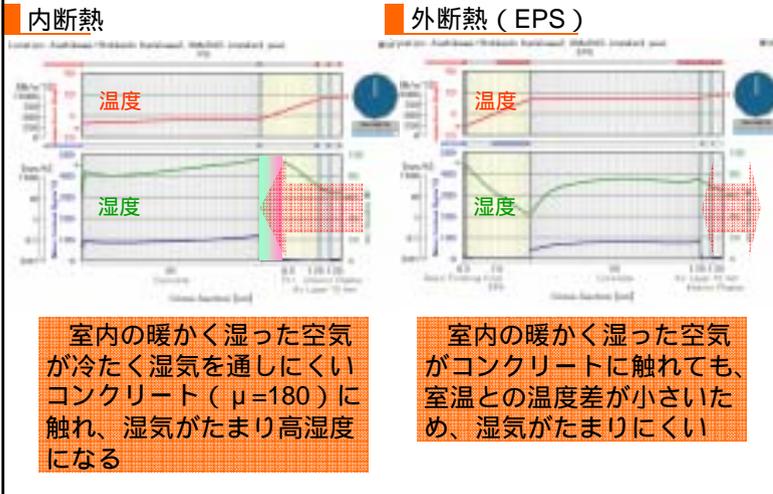


2008/2/7 IBP-WUFI Workshop in Japan

断熱材 - コンクリート境界の湿度変化 17



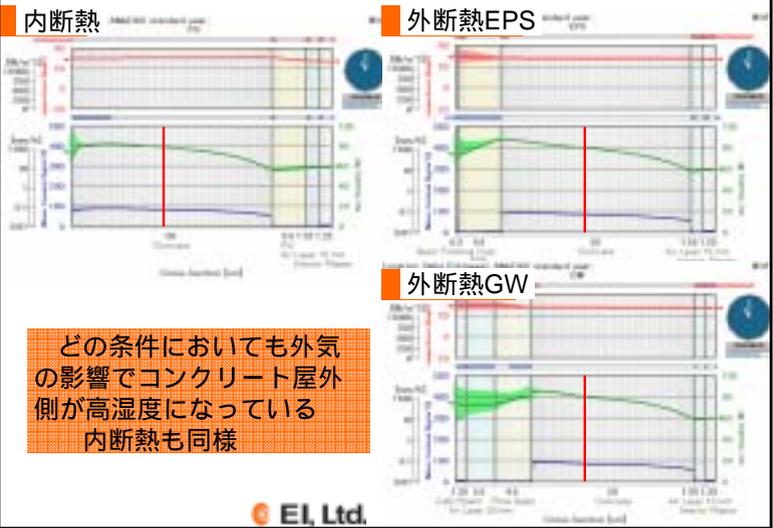
冬季旭川における湿気性状 (3年目2/15 0:00の例) 18



室内の暖かく湿った空気が冷たく湿気を通しにくいコンクリート ($\mu=180$) に触れ、湿気がたまり高湿度になる

室内の暖かく湿った空気がコンクリートに触れても、室温との温度差が小さいため、湿気がたまりにくい

夏季那覇における湿気性状 (2年目8/15 ~ 8/31) 19



どの条件においても外気の影響でコンクリート屋外側が高湿度になっている
内断熱も同様

RC造断熱工法の比較まとめ 20

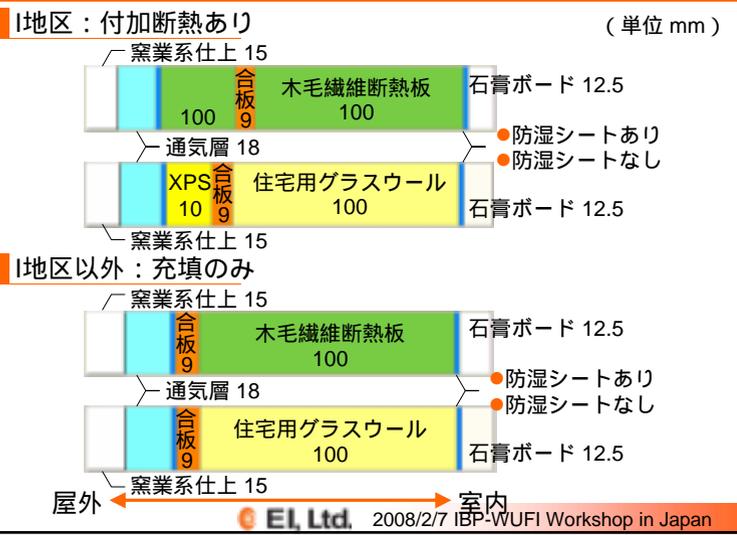
都市	工法	含水率	断熱材-コンクリート
旭川市	湿式外		
	通気層外		
	内断熱	上昇・蓄積	年間高湿
札幌市	湿式外		
	通気層外		
	内断熱	上昇・蓄積	年間高湿
東京	湿式外		
	通気層外		
	内断熱		冬季高湿
那覇市	湿式外		
	通気層外		
	内断熱		

● 木造に関するシミュレーションについて 21

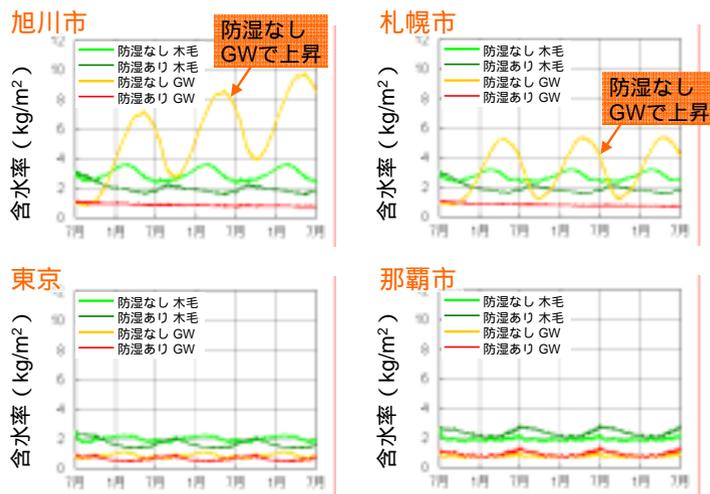
内部結露問題が深刻である北海道のような寒冷地では、木造建物に防湿シートを施し、防止に役立っている。
 しかし日本は気象条件の地域差が大きく、各工法がそれぞれの地域にふさわしいかどうかを確認する必要がある。
 また近年、様々な種類の断熱材が使用されるようになった。
 今回、吸放湿性に優れるとされる木質繊維断熱板を住宅用グラスウールとの比較、また、防湿シートの有無の影響を4都市で比較した。

- 木毛繊維断熱板（防湿シートあり、なし）
 - 住宅用グラスウール（防湿シートあり、なし）
- ただし、I地区では充填プラス付加断熱とした

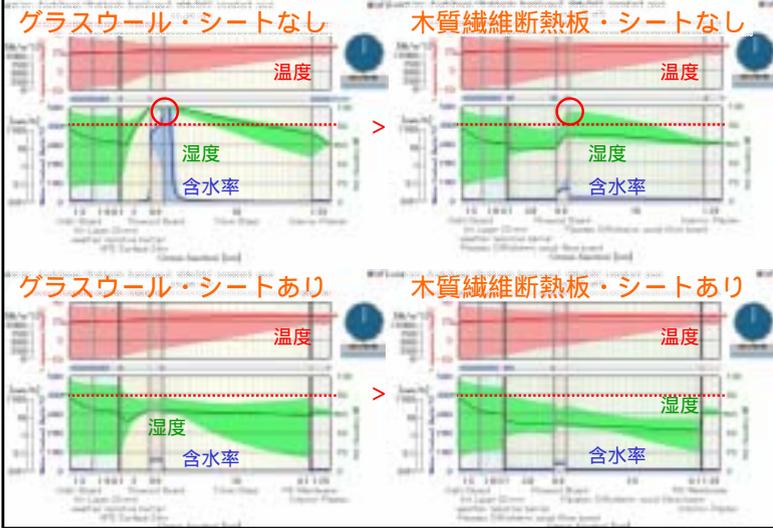
● 木造壁体断面構造モデル 22



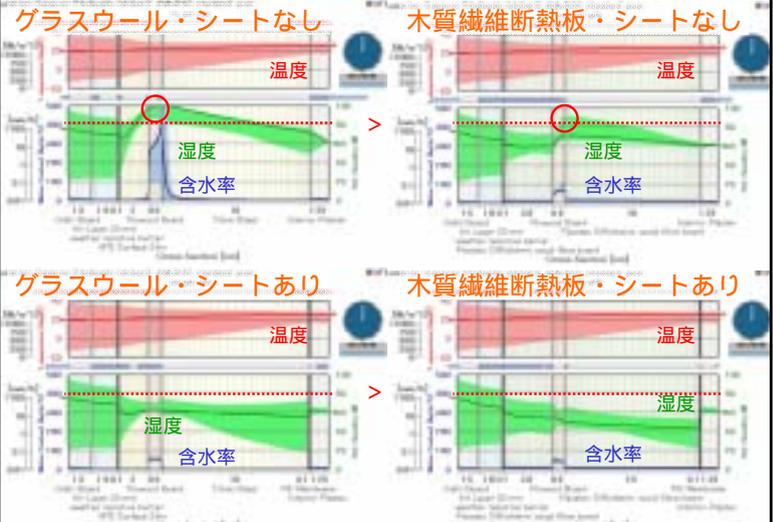
● 水分の蓄積：含水率変化 23



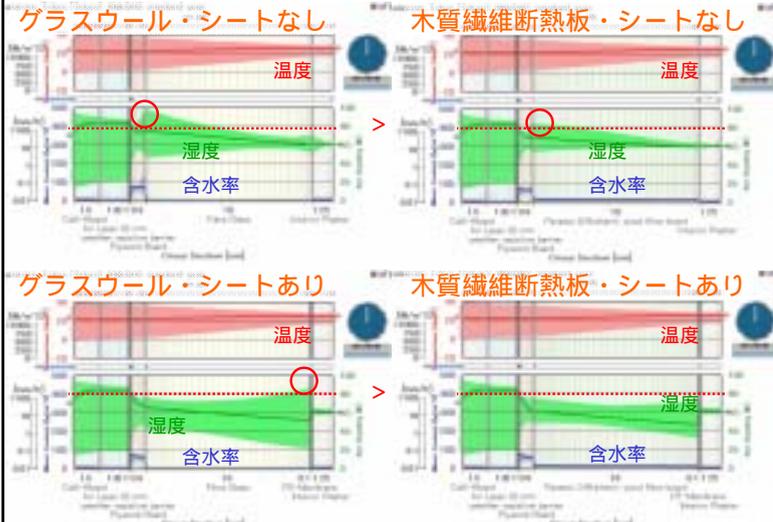
● 旭川市の壁内湿気分布 24



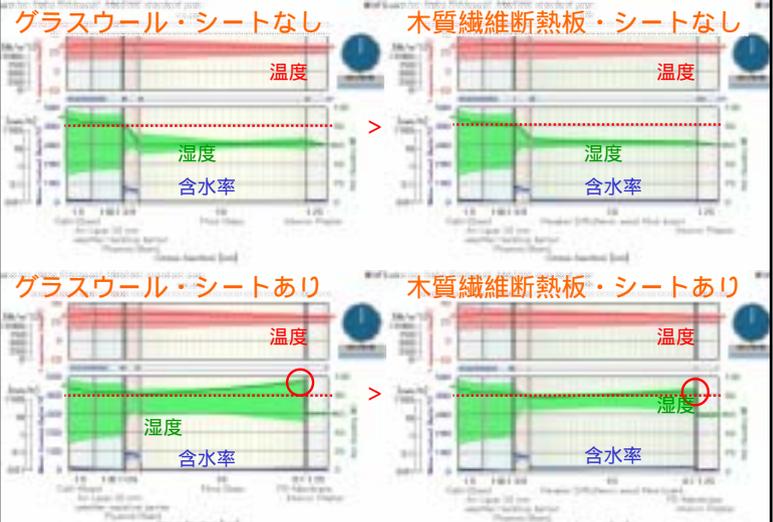
札幌市の壁内湿気分布 25



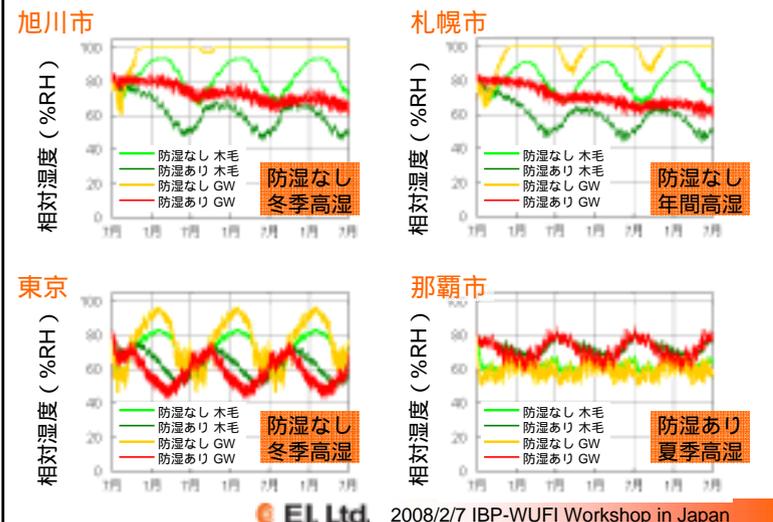
東京の壁内湿気分布 26



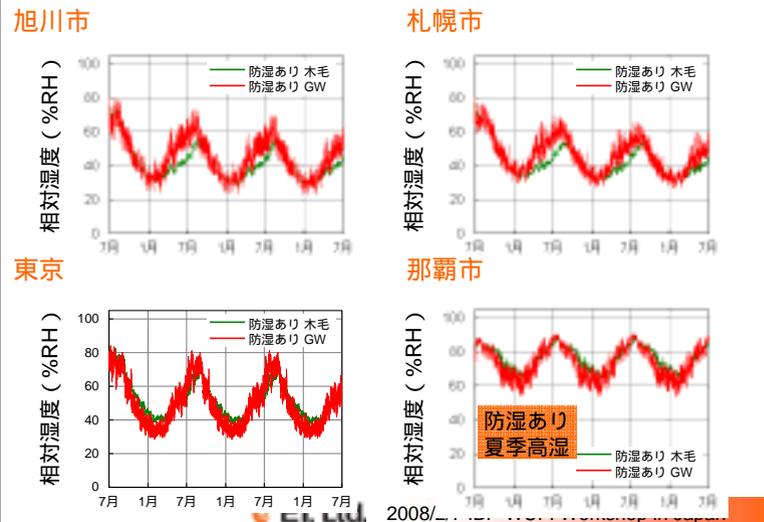
那覇市の壁内湿気分布 27



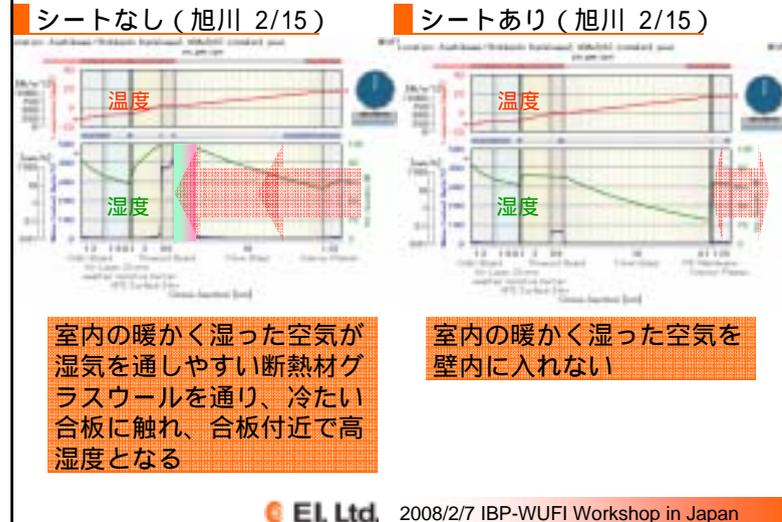
充填断熱材 - 合板境界の湿度変化 28



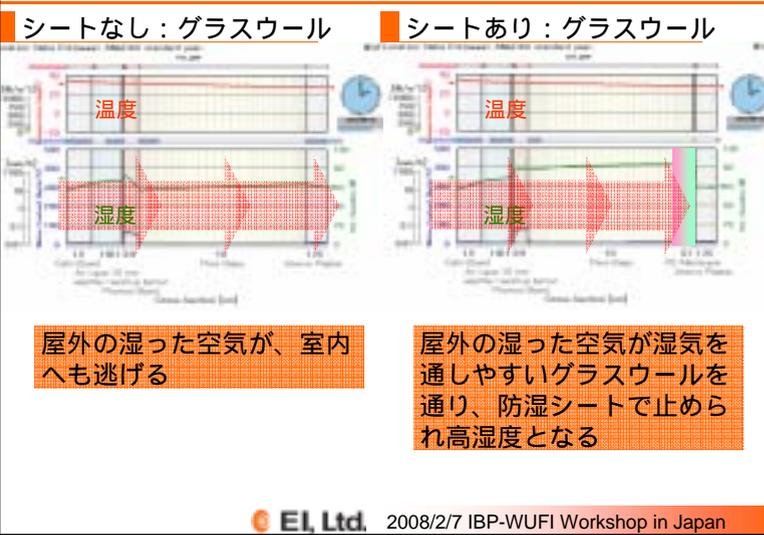
● 防湿シート - 充填断熱材境界の湿度変化 29



● 冬季旭川における湿気性状 (3年目2/15 0:00の例) 30



● 夏季那覇における温湿度分布 (2年目8/15 14:00の例) 31



● 木造断熱材・防湿シートの影響まとめ 32

都市	断熱材	防湿層	含水率	充填外側	シート外側
旭川	木毛繊維	なし あり		冬季高湿	
	グラスウール	なし あり	上昇・蓄積	冬季高湿	
札幌	木毛繊維	なし あり		冬季高湿	
	グラスウール	なし あり	上昇・蓄積	冬季高湿	
東京	木毛繊維	なし あり		冬季高湿	
	グラスウール	なし あり		冬季高湿	
那覇	木毛繊維	なし あり			夏季高湿
	グラスウール	なし あり			夏季高湿

ドイツ：フラウンホーファー建築物理研究所により開発され、欧米で広く標準的に用いられる熱水分同時移動解析シミュレーションWUFIを計算手順を示しながら事例ごとに結果を示すことにより紹介した。

- 壁体（屋根）構造を自由に簡単に設定できる
- 充実した物性データベースを使用することができ、任意の物性値の入力も可能
- 室内の温湿度条件を任意で変えられる
- 日本の各地域気象条件に合わせて分析できる

計画段階で適切な判断を下すため、シミュレーションにより結果を確認していくことにより、効率よく高品質の建物の提供が可能となる