

ずれも、カビの発生を防ぐための基準である、温度ファクター  $f_{\text{RH}} \geq 0.7$  を満たすものである。

接合部の箇所としては、外壁と基礎、外壁と窓、外壁とバルコニー、外壁と屋根、階間などの部分である。いずれも外壁との接合となるので、外壁の種類により施工が異なる。そこで図5に示すように、外壁の種類と、接合部の構造の種類を組み合わせて、その施工例が示されている。断熱層の厚みのバリエーションも含め、96の施工例が挙げられている。ちなみに外壁の種類は5種類に分けられており、ここに挙げられる施工例は、ドイツにおいて一般的なものである。

### 3.2 建物のエネルギー性能評価の際の熱橋の考慮のしかた

ドイツでは省エネルギー条例 (Energieeinsparverordnung-EnEV) により、新築および賃貸または売買を行う住宅に対して、その住宅の消費エネルギー量を算出することが義務付けられている<sup>(6)</sup>。

この省エネルギー条例には消費エネルギー量の算出方法も明記されており、熱橋の計算については以下のように記されている。

.....  
熱橋は以下のいずれかの方法で考慮される

- 1) 全ての熱伝導損失が生じる外表面に対して、熱貫流率を  $\Delta U_{\text{WB}} = 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$  上乘せする。
- 2) DIN4108付録2の施工例に準じる場合は、全ての熱伝導損失が生じる外表面に対して、 $\Delta U_{\text{WB}} = 0.05 \text{ W/m}^2\text{K}$  を上乘せする。
- 3) DIN V 4108-6を参照し、正確な熱橋係数を用いる。

(注) WB はドイツ語で熱橋を意味する

.....  
また、3) のDIN V 4108-6には以下のように記されている。

.....  
高断熱であるほど、熱伝導による熱損失における熱橋からの熱損失の割合は比較的大きいため、無視してはならない。単位長さあたりの熱橋係数  $\Psi$  は、熱橋カタログから見つけるか、もしくは DIN EN ISO 10211-2 の計算方法ののっとり、求められる。

.....  
ここに“熱橋カタログ”とあるが、ドイツには建物の

熱橋となる部分に対して、数種類の構造および断熱層の厚みのバリエーションも考慮して、体系的に熱橋の影響を数値としてまとめた“カタログ”が何冊も出版されている。(ちなみに同様のカタログが日本にもあるかどうか探してみたが、筆者が探した限りでは見つけることができなかった) どのカタログも、その計算方法は DIN EN ISO 10211-2 に準じている。

熱橋カタログ (例えば文献1, 2) を眺めていると、熱橋の影響は構造によって変化し、同じ構造でも必ずしも断熱層の厚みや壁体の熱貫流率との関係を数式で表せるものではないことが分かる。文献1および2も、「掲載されているモデルに類似するものであっても、これと同じ値が異なるモデルに適用できることを保証するものではない」という但し書きがついている。

よって熱橋カタログに掲載されている構造と同様とみなせる構造の場合は、シミュレーションをして熱橋係数を算出する手間が省けるが、その他の場合は、シミュレーション・プログラムを用いて、その構造に適する値を算出する必要がある。

### 4. 熱橋対策

上述のように、建物が高気密・高断熱であればあるほど熱橋による熱損失が大きいため、熱橋からの熱損失をできるだけ小さくする工夫が必要である。熱橋に関して述べているドイツの基準<sup>(7)</sup>では、熱橋対策として、次のように記されている。

.....  
熱橋の影響を低減するための対策として、一般的には次の3点が挙げられる。

1. 接合部の構造が複雑になりすぎないようにする
2. 躯体から張り出す部分 (バルコニーなど) を熱的に遮断する
3. 例えば外壁には複合外断熱システム\*を用いたり、地下の壁も外断熱をするなど、断熱層が途切れることのないような施工をする

.....  
\*複合外断熱システムとは、断熱材、メッシュ、外装材を、躯体の外側に施工する工法であり、ドイツではほとんどのコンクリート造の建物がこの工法で建てられる。

## 連載

写真1 ベルリンの Heiligendammerstrasse にあるアパート。  
全景 (左) およびバルコニー (右)。

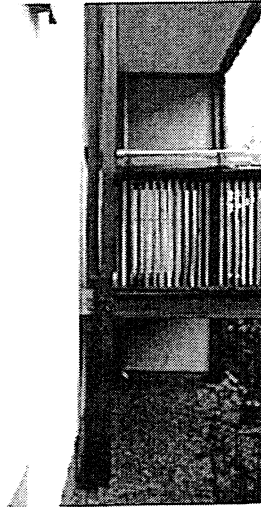


写真2 シュツットガルトにある  
事務所ビルのバルコニー

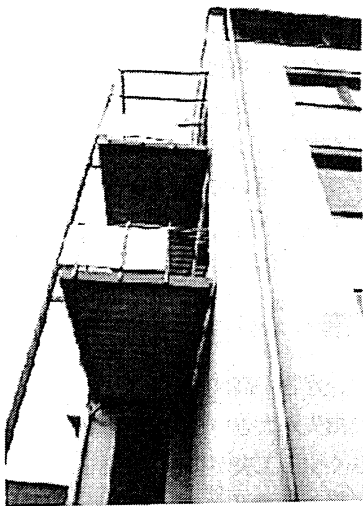


写真1 および2は、ドイツで実際に施工されている、バルコニーでの熱橋による熱損失を防ぐための例である。従来のようにコンクリートのバルコニーが外壁から張り出しているのではなく、バルコニーは躯体から切り離され、部分的に外壁と連結する方法がとられている。

### 5. おわりに

建物の省エネの手法として、最近では太陽エネルギーを電力源や温水および暖房に用いるソーラーシステムの開発がすすんでいる。しかし、筆者が所属するフラウンホーファー建築物理研究所がコンサルティングを行った、とある省エネルギー住宅において様々な省エネルギー手

法を採用した場合のエネルギー量を計算したところ、ソーラーシステムを採用した場合に得をするエネルギーの量と、熱橋を最小限にする工法を用いた場合に抑えることのできる熱損失の量がほぼ等しくなるという結果が出たことがある。熱橋を防ぐことは、エネルギーだけではなく、カビや結露の予防という衛生面や、部屋の角に生じる部分的な低温を緩和するなど熱的快適性にもいい影響がある。よって、ソーラーシステムなどの新しい技術を追加する前に、まずは建物の構造を見直す方が賢明であるのではないだろうか。

#### 〈参考文献〉

- (1) **Wärmebrücken Atlas für den Holzbau** (訳: 木造建築のための熱橋図鑑); Gerd Hauser, Horst Stiegel; Bauverlag
- (2) **Wärmebrücken Atlas für den Mauerwerksbau** (訳: 石造り建築のための熱橋図鑑); Gerd Hauser, Horst Stiegel; Bauverlag
- (3) EN ISO 10211-1 **Wärmebrücken im Hochbau, Wärmeströme und Oberflächentemperaturen, Teil1: Allgemeine Berechnungsverfahren (ISO 10211-1:1995) Deutsche Fassung DIN ISO 10211-1:1995** (訳: 地上建造物の熱橋, 熱流と表面温度, 第一章: 共通の計算方法)
- (4) DIN4108-2 - **Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz** (訳: DIN4108-2-建物の断熱と省エネルギー - 第2章: 断熱の最低基準)
- (5) 宇田川光弘: 標準問題の提案 住宅用標準問題: 日本建築学会環境工学委員会、熱分科会第15回熱シンポジウム
- (6) 財団法人建築環境・省エネルギー機構: 住宅の省エネルギー基準の解説
- (7) DIN4108 Beiblatt 2 - **Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiel** (訳: DIN4108 付録2 - 建物の断熱と省エネルギー, 熱橋, 計画および施工例)
- (8) 田中絵梨: 2006年1月、ヨーロッパで始まる建物のエネルギーパス、IBEC機関誌No.153、2006年3月