

学位論文題名

北海道の住宅結露と地域性への研究

学位論文内容の要旨

北海道の住宅は暖地の気候風土の基で培われたもので、寒地としての伝統を持っていない。部分暖房や隙間換気など暖地の住宅の常識を残したまま、寒冷な気候条件に対応してきたため、無定見な隙間防止や断熱化による結露被害は、住宅の最も深刻なクレームになってきている。今まで、部分的な断熱補強や居住者に対する生活指導等の妥協的な対応が取られてきたが、依然として住宅結露は解消していない。住宅結露の根本的な解決には、個々の結露被害に対する技術対応だけではなく、換気や断熱など住宅の室内環境保持に関わる基本的な技術を見直し、寒地独自の住宅の建築常識を確立する事が必要となる。

本論文では、急速な断熱化とともに深刻な被害を生じてきた北海道の住宅結露について、技術的、社会的な背景を歴史的に考察する事から、寒地の住宅を取り巻く諸課題を明らかにした。また、寒地住宅の建築常識の確立をめざし、寒地の基本的な技術である断熱や換気のあるべき対応について具体的な方策を提案するとともに、その効果を確認した。

本論文は、全5章から構成されており、各章の概要は以下のとおりである。

1章では、本論文の目的と背景を述べた。住宅結露の研究が結露防止に止まらず、結果的に地域性に向けた研究へと発展する必然性を論じた。住宅結露に対して徹底した開放によって結露被害を防いできた日本の対応と、温度と湿度の境界を明確にした上で、室内の温度を保持する事を基本とする北欧諸国やカナダの対応を比較し、住宅に対する意識や建築常識の違いを論じた。既往の研究を踏まえ、結露を許容しながら被害を防ぐ日本の結露研究のアプローチに対して、寒地では独自の建築常識の確立を通じて、住宅結露を根絶する技術の方向を見出す事が重要と、本論文の目的を位置づけた。

2章では、1960年代に始まった住宅の急速な断熱化の流れの中で、北海道の住宅が経験した様々な結露被害を、雨漏り状結露、窓氷結結露、かび蔓延結露、および激甚腐朽結露の4つに分類し、その原因と技術的な対応について考察した。内部結露が雨漏り状に室内に流れ落ちた結露にはじまって、窓が厚い氷に覆われる結露被害や急激な腐朽を引き起こす結露被害、人体への健康被害が話題になるほどのかび被害へと深刻化してゆく過程を追い、部分暖房や暖地の建築常識を残したまま、小手先の断熱や気密化など寒冷な気候条件への妥協的な対応がなされた事が、その背景にあった事を示した。

また、断熱化に伴う結露被害が室内の湿った空気の流れに関わるものであった事を明らかにして、気密化や通気層技術が寒地住宅の必須の技術である事を示した。床下で大量繁殖し急激な腐朽をもたらすナミダタケ(学名 *Serpulalacrymans*)被害や夏季の床下結露被害の実態調査から、室内に対する熱や湿気の緩衝空間としての役割を担ってきた床下空

間と地盤面が、断熱住宅の耐久性を左右する部位である事を明らかにした。

寒地の住宅結露が、その防止技術の開発に止まらず、寒地の地域性の確立によって解決される方向を目指して、部分暖房が根強く残る集合住宅の断熱と換気の対応、および戸建て住宅の床下空間の環境保持や積極的な利用を本論文で取り上げるべき課題とした。

3章では、集合住宅を対象に2章で提案した対応の方向を探った。熱橋部などの部分的な断熱補強や窓の開放を始めとする生活指導などの結露防止に向けた対症療法によって、著しい結露被害の見られない住宅でも、じゅうたん下や押入れの隅など局所的な高湿環境が生じる事を実測により明らかにした。また、これらの集合住宅の問題が部分暖房ばかりではなく、断熱厚さや方法などの断熱仕様と換気の不備によって生じている事を示した。

次に、内断熱の場合に熱橋部分で低温部が生じるために欠点として認識されている、熱を伝え易いコンクリートの性質が、外断熱になると家具の裏など局所的な温度環境を著しく改善する、優れた特性に転換する事を示した。また、寒地住宅の換気に求められる対応の一つとして、取り入れ外気処理に着目し、集合住宅の換気手法の一つとして、熱回収型の換気装置の利用を提案した。これは、押し入れ内部など高湿になりやすい空間に熱交換後の予熱外気を直接給気する事によって、住戸内に空気の流れを作り、室内の環境を損なう事なく、結露の全く生じない事を可能とする換気手法である。既存集合住宅への応用を通じて、部分暖房の住宅の押し入れ内部などの部分環境や非暖房室の乾燥保持に高い効果を示す事を明らかにした。

4章では、日本の伝統的な緩衝空間である床下空間の積極的な利用を通じて、高い耐久性を持つ寒地の断熱住宅の確立に取り組んだ。断熱住宅に残る課題が、床下空間であり、この空間の積極的な利用が、寒地の住宅の地域性を確立する手掛かりとなる事を述べた。基礎断熱住宅と床断熱住宅の長期的な温湿度環境の実測から、基礎断熱を行って床下空間を温湿度環境上で室内の一部とし、接地型の住宅を目指す事が、結露や高湿化の恐れを払拭し、寒地の住宅に高い耐久性と快適性をもたらす事になる可能性を示した。

次に、基礎を断熱した床下空間の積極的な利用を目指して、床下空間を空気の取入口とする自然換気の工夫を提案した。古くから生活の知恵として利用されてきた排気筒の技術と、断熱性・気密性の高い住宅故に可能となる基礎を断熱した床下空間への自然給気とを組み合わせたものである。床下の自然給気が室内の温度環境へ及ぼす影響を実験的に検討し、寒地の住宅の理想的な給気予熱手法である事を明らかにした。また、地域条件や建物の条件の違いがもたらす換気量の変動特性の解明に取り組み、高気密住宅になると著しい換気量の過不足を招かず、良好な換気を保ち得る事を示した。

5章では、本論文の総括と今後の課題を述べた。寒地の集合住宅の住環境と住まい方を確立するための主要な課題として温度の共有と、地球環境時代への課題として長期の使用に耐える寒地住宅を目差す事の重要性を取り上げた。

学位論文審査の要旨

主 査	教 授	絵 内 正 道
副 査	教 授	落 藤 澄
副 査	教 授	持 田 徹
副 査	教 授	越 野 武
副 査	教 授	鎌 田 英 治

学 位 論 文 題 名

北海道の住宅結露と地域性への研究

従前の北海道の住宅の多くは、部分暖房や隙間換気など暖地の生活習慣や住宅常識を抱えたまま、寒冷的な気候条件に対応してきた。その様な状況下の隙間防止や断熱強化は深刻な結露被害の誘因となった。今まで、温度管理や換気など居住者に対する生活指導等の対応も取られてきたが、住宅の結露は依然として解消されていない。北海道の住宅結露の根本的な解決には、換気や断熱などの室内環境保持に関わる基本的な技術を見直すと共に、寒地独自の地域性に根ざした住宅常識の確立が求められている。

本論文は、急速な断熱化を背景に深刻な被害を生じてきた北海道の住宅結露を、歴史的、社会的、技術的に検討し、北海道の住宅の諸課題を明らかにするとともに、寒地住宅の建築常識のあり方、特に寒地の基本的な技術である断熱や換気のあるべき対応の具体的な方策を提案し、その効果を確認している。その主眼は、1) 北海道の住宅結露の類別と原因、技術対応、2) 集合住宅の局所的な温湿度環境の実態と熱回収型換気装置の提案、3) 戸建て住宅の基礎断熱床下空間を冷外気予熱に利用した自然給気方式の提案、に要約できるが、次のような成果を得ている。

①1960年代に始まった住宅の急速な断熱化の流れの中で、北海道の住宅が経験した様々な結露被害を、雨漏り状結露、窓氷結結露、激甚腐朽結露およびかび蔓延結露の4つに分類し、その原因と技術的な対応について考察した。内部結露が雨漏り状に室内に流れ落ちた結露から、窓が厚い氷に覆われる結露や急激な腐朽を引き起こす結露被害、特に集合住宅で居住者の健康被害が話題になるほどのかび被害へと深刻化してゆく過程を追い、部分暖房や暖地の建築常識を残したまま、断熱や気密化など寒冷的な気候条件への対応が、その背景にあった事を示した。

②断熱化に伴う結露被害が高温高湿の居室から低温の小屋裏や壁中空層への漏出湿気に拠る事を明らかにして、湿気の漏出を防ぐ気密化や漏出湿気を排出する通気層技術が寒地住宅に必須の技術である事を示した。床下で大量繁殖し急激な腐朽をもたらすナミダタケ被害や夏季の床下結露被害の実態調査から、室内に対する熱や湿気の緩衝空間としての役割

を担ってきた床下空間と地盤面が、断熱住宅の耐久性を左右する部位である事を明らかにした。

③部分暖房習慣が根強く残る集合住宅を対象に、熱橋部などの部分的な断熱補強や窓の開放を始めとする生活指導などによって、著しい結露被害の見られない住戸でも、絨毯下や押入れの隅など、局所的な高湿環境が生じている事象を初めて明らかにし、これらの集合住宅の問題が部分暖房習慣ばかりではなく、断熱厚や断熱方法などの壁仕様と換気の不備によって生じている事を示した。

④内断熱を採用したコンクリート造集合住宅で、熱橋部の低温化の誘因となる、熱を伝え易いコンクリートの性質が、外断熱を採用すると家具裏などの局所的な温度環境を著しく改善する優れた特性に転換する事を示した。次いで、寒地の集合住宅の換気対応の一つとして、取り入れ外気の処理法に着目し、熱回収型の換気装置（高湿になりやすい押入空間などに熱交換後の予熱外気を直接給気し、低温部位に湿気の拡散を阻止する乾燥空気のカウンターフローを作り、室内の環境を損なわずに結露を全く生じさせない独自開発の換気手法）の利用を提案し、部分暖房住宅の押し入れ内部などの部分環境や非暖房室の乾燥保持に高い効果を示す事を明らかにした。

⑤日本の戸建て住宅の伝統的な緩衝空間である床下空間に注目し、基礎断熱住宅と床断熱住宅の長期的な温湿度環境の実測から、基礎断熱によって床下空間を温湿度環境上で室内化し、積極的に利用した接地型住宅を目指す事が、結露や高湿化の恐れを払拭し、寒地の住宅に高い耐久性と快適性をもたらし、寒地の住宅の地域性を確立する手掛かりとなる事を示した。

⑥床下空間の結露防止と環境保持を提案するために、古くから生活の知恵として利用されてきた排気筒の技術と、断熱性・気密性の高い戸建て住宅故に可能となる基礎断熱床下空間を冷外気の取入口・経由ダクトとする自然給気との組み合わせを工夫・提案し、床下空間を利用した自然給気が、室内の温度環境への影響を軽微にし、寒地の住宅の理想的な給気予熱手法である事を実験的に明らかにした。次いで、地域条件や建物の条件の違いがもたらす換気量の変動特性の解明にも取り組み、高気密化住宅こそ、著しい換気量の過不足を招かず、良好な換気を保ち、計画換気が可能になる事を示した。

これを要するに、著者は、ますます拍車がかかってきた北海道の住宅の高断熱高気密化を背景にして、集合住宅を含め、住宅の結露防止と、積雪寒冷地住宅としての地域性の確立のための新知見を得たものであり、建築計画学及び建築環境学の進展に寄与するところ大である。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。