

住宅・建築の日常的な安全・安心性能を支える 技術の研究・開発について

(独) 建築研究所 建築生産研究グループ 主任研究員 布田 健

1. はじめに

「バリアフリー」「ユニバーサルデザイン」及び「建築内事故の防止」といった住宅・建築における安全・安心への(独)建築研究所の取り組みについて、「人」を中心とした研究及び開発の概要について紹介する。

2. 建築内事故の現状

住宅・建築における事故・災害を、その性質により、「非常災害」と「日常災害」とに分ける考え方がある。非常災害とは、地震や火災などにより建物自体の安全性が脅かされ、それに伴い建物内にいる人やモノの安全性が脅かされる現象のことを言う。一方日常災害とは、建物自体の安全性は脅かされない状態で、建物内にいる人やモノの安全性が脅かされる現象のことを言い、例えば、転落事故、転倒事故、浴室での溺水事故、はさまれ事故など、主に事故と呼ばれる部類のものである。

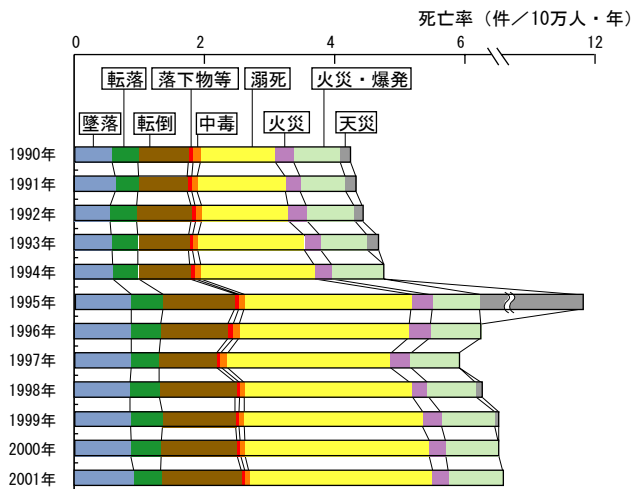


図1 住宅・建築に関わる災害の現状

図1は、厚生労働省が出している人口動態統計をもとに死亡者の数から住宅・建築に関わる災害の現状を再整理したものである。近年では日本全体で大体年間8000人程度が住宅・建築に関係して死亡している。交通事故による死亡者数がほぼ同等数であり、交通事故が減少傾向にあるのとは対照的に、建築災害は我々の気が付かないところで増加している。理由としては、高齢社会における国民のライフスタイルの変化や新たな建築設備の出現が考えられる。さらに詳しく内訳を見てみると、我が国の火災による死者（ここでは、

火災・爆発)は1000人/年程度で例年その数はほぼ安定しており、また地震に関しても1995年の阪神・淡路大震災のような大きな災害のない年には、全体に占める割合は少ないことが分かる。しかしその一方で、日常災害が占める割合は意外と多く、建築関連の死亡者数増加の直接の原因となっている。事故の中で最近最も多いのが風呂場などでの溺水事故で、その犠牲者は65歳以上の高齢者と幼児が多くを占めている。ただし、高齢者に限って言えば、浴室内の温度差に起因する持病のトリガーであることも多く、直接的に浴室デザインが危険とは言い切れない場合も多い。次の要因としては、転倒や転落、墜落とい

った落下型の事故が多い。溺水事故に関しては、死に至るか全くの無傷かのどちらかの結果となることが多いが、落下型の事故に関しては、擦り傷程度の事故から死亡事故まで様々であり、一説では、死亡：重中等傷：軽傷の比率（被害強度分布）は、1：100：10000とも言われており、落下型の事故による死亡者数は全国で年間約 2000 人であり、裏に隠れている重中等傷者数は 20 万人、軽傷者数は 2 千万人にも上ると推測され、例えば転倒が引き金となり高齢者が寝たきりになってしまうなど、その後の影響を考えると決して楽観視できない（要介護の原因 第一位 脳出血障害、第二位 衰弱、第三位 骨折転倒、国民生活基礎調査 H13）。

3. 研究・開発への取り組み

「人」を中心とした安全・安心性能を支える研究・開発には、「住まい手・利用者」、「研究者」、「設計者・開発者」の立場から相互に情報発信がなされ、それぞれに情報提供される必要がある。また「研究」、「開発」、「普及」といったそれぞれの場面が連携する事も大切だと考える。以下に（独）建築研究所での取り組みについて紹介する。

3. 1 研究

先に挙げたように落下型の事故は思った以上に多い。その中でも設計やデザインが事故の発生確率に影響を与えるものに、階段（転落）の問題がある。従来から、階段の機能性や安全性については、蹴上げ・踏面寸法、滑りやすさといった物理的な問題、段表面の仕上げやノンスリップの視認性の問題、手すりの設置の問題など幾つかの研究が行われてきた。しかしながら、これら研究は個々の要因に関する定量的把握にとどまっており、要因を総合し安全への影響程度を把握するに至ってはいない。例えば、階段の踏面寸法の確保（踏み外しの原因）と段鼻の出（つまずきの原因）については、設計上競合する点でもある。平成 18 年度から始まった「住宅・住環境の日常的な安全・安心性能向上のための技術開発」では、床、階段、スロープにおける転倒・転落事故といった落下型事故に着目し研究を進める予定となっているが、これら評価手法確立のための要件の整理や実験方法の確認を行うことを目的に、図 2 の様な予備的な実験を行った。これは、踏面や蹴込の寸法、蹴込板の有無といった階段構造の諸条件や履物の条件などが足の着地位置にどのような影響を与えているかを調べるために、被験者実験を行ったものである。実験方法としては、

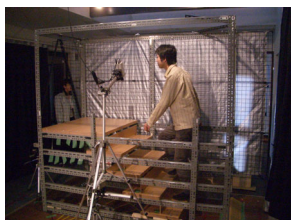


図 2 被験者を用いた階段実験の様子（階段踏面寸法や蹴込部分のデザインの検討）

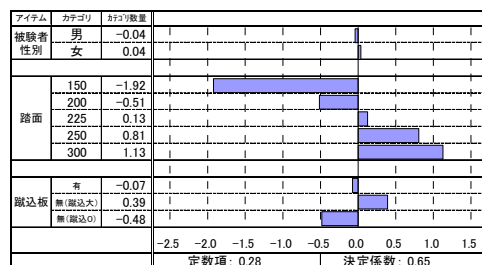


図 3 研究結果の一例
(数量化 1 類による心理分析 安心感)

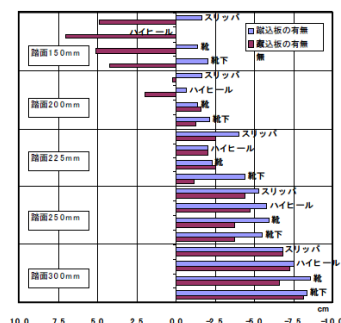


図 4 研究結果の一例（高速カメラによる動作分析蹴込板の有無と着地位置の関係）

実寸の階段模型を昇降させその動作を高速カメラで撮影し足の着地位置を記録、同時に心理評価も行っている。図3,4は実験結果の一例であるが、心理評価では、踏面寸法の影響が大きく、蹴込板が無くても心理的な評価が向上する傾向が見いだされた。動作分析からは、踏面寸法に余裕がある場合、蹴込板の有無による着地位置に差が無いなどの結果を得た。今回扱ったスケルトン階段など経験的に階段安全性の観点で「論外」となっており定量的な評価の対象からはずされてしまうようなものを含め、今後は総合的な階段安全性評価手法の確立を行っていく。

3. 2 開発

設計情報や寸法情報といった数値情報だけではなく、それら情報が決定されるまでのプロセスや考え方を知ることによってその意図を深く理解できることもある。結果、誤った使用方法による事故の防止、新たな製品の開発へとつながる場合もあるため、早い段階から研究結果を設計者や開発者と共有することが大切である。図5,6は「斜め手すりの有効性に関する研究」として、共同研究の中で得られた実験結果をもとに、実際の製品へと展開していった例である。洋式便器からの立ち座り時には手すりを用いることで脚力を補助し動作を安定させ転倒を防止することも期待出来ることから、一般的にはL型手すりを用いることが多い。しかしながら、握力が落ちた高齢者などから手すり縦部分が滑りやすいという報告もあり、それらの操作性について定量的に明らかにしようと試みたものである。15～30度程度傾けて設置した方が、使用感が良いという結果を得ている。「研究者」「開発者」が早い段階で「利用者」のニーズをくみ取り設計情報として活かすことで、実際の開発へとつながった。

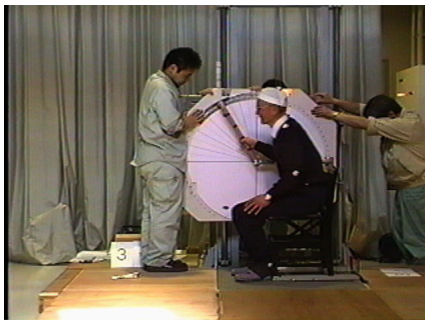


図5 共同研究の一例
(被験者を用いた斜め手すりの実験)

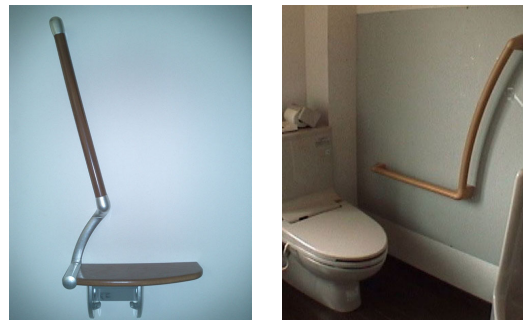


図6 開発された商品例 (複数のメーカーから商品化)

3. 3 普及

研究成果は社会全体の共有の情報として広く普及することが望ましいと考えている。しかしその対象は、多様な「人」であり、多様な「住宅・建築・環境」であるため、必要な情報が見つからない事や、見落としといった事態が考えられる。例えば入浴の場面を考えた時、高齢者にとっての浴槽のフチの高さは低い方が入浴動作がしやすいが、一方で幼児にとってのそれは溺水につながるおそれがある等、対象間により問題が競合する場合、ユニバーサルデザインといった上位の視点からの再整理が必要となってくる。(独) 建築研究

所では、これら情報の共有技術など、住宅・建築における設計情報の示し方も含め、研究対象としている。図 7,8 は、人体寸法や動作寸法といった人間側の情報から住宅や建築の寸法を決定する設計場面を想定し、個々の体格を反映した人体テンプレートを CAD データとして生成する技術「デジタル版人体動作テンプレートドローイングシステム（通称：デジ典）」を開発した。これを用い設計の段階から利用者を想定した的確な寸法決定を行うことで住空間における質の向上が期待出来る。今後は動作データの充実を目指す。

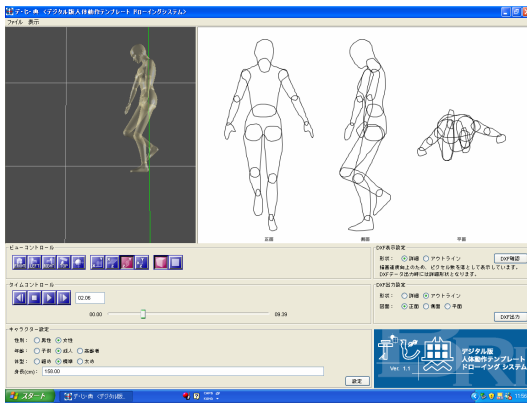


図 7 デジ典画面

連続した動作をマネキンで表示可能。任意の視点から動作を見る事が出来る

- ・ CAD 出力データ精度は、約 5% で実用範囲内と考えている。
- ・ Viewer ソフトは、(独) 建築研究所ホームページ (<http://www.kenken.go.jp/>) で公開されている (無償)。
- ・ 将来的には企業等の参画も視野に入れながら、動作データの充実を目指す

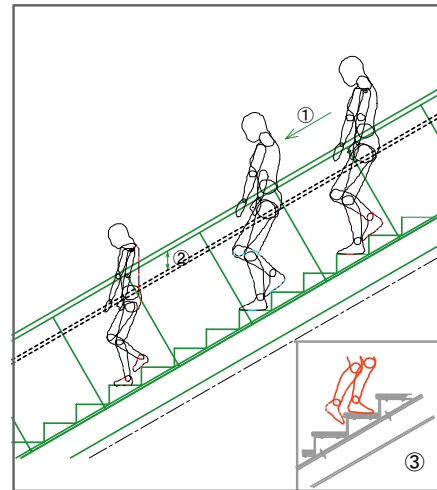


図 8 デジ典で作成した人体テンプレートを CAD へ応用したもの。子どもと大人の手すりの高さを検討するためのシミュレーション。

4. 今後の課題

「安全で安心な住宅・建築」が広く国民に求められていることは間違いなく、その下支えとなる技術・知識の集約についても求められている。(独) 建築研究所では、住宅・建築内における日常災害事故の防止、バリアフリーデザイン、ユニバーサルデザイン、防犯、避難シミュレーションといった、主に日常災害や建築人間工学の実験研究を行うことを目的とする「ユニバーサルデザイン実験棟」(図 9, 10) を今年度から始動させた。今後はこの施設を活用し、上述のような実験研究を引き続き行うとともに、ここで得られた知見を「共同研究組織」や「NPO」等と共有化が図られるよう、人的ネットワークの拠点となるべく、その施設利用の方法についても検討をしていく必要があると考えている。



図 9 ユニバーサルデザイン実験棟 (外観)



図 10 ユニバーサルデザイン実験棟 (内観)