

視覚化による積載荷重の説明性に関する研究 —その5 一般向け啓発を目的とした住宅用支援ツールの試作—

正会員 ○ 照林 悠*1
正会員 石川孝重*2
正会員 久木章江*3

積載荷重 支援ツール 応力分布図
物品荷重 性能レベル 住宅

§ 1 はじめに

荷重外力の1つに積載荷重がある。自然外力とは異なり積載荷重は人が管理可能な荷重である。家具等の重さや配置は居住者の適切な使い方によって安全を確保できる利点がある一方、危険な状態となることもある。実際、過荷重が要因で住宅の2階の床が落ちた事故も発生している。

設計用積載荷重値は用途ごとに値を定めて構造計算を行うが、設計時に供用期間中の使用範囲を想定することが難しいため、実況ではなく建築基準法や荷重指針¹⁾等の略算値を使用することが大半である。しかし、荷重値の具体的な使用範囲を把握していない設計者も少なくない。

性能設計では積載荷重についても設計時にどの程度の性能レベルにするか建築主と合意形成することが望ましいが、少なくとも設計値の適用範囲を居住者に明示し²⁾、居住者はそれを理解して安全を確保する必要がある。

本研究の目的は、積載荷重に対する意識も知識も少ない居住者が積載荷重を理解し、安全な使用ができるようにするための支援ツールの提案にある。支援ツールにより積載荷重を認識し、床の安全を自ら確保する意識が居住者に根付くためのツールの試作と評価を行った。

§ 2 支援ツールの検討と解析対象

対象建物は住宅とし、支援ツールの形式はホームページ形式とした。積載荷重により安全性が損なわれる可能性があることを認知させ、啓発するため、支援ツールに使用する積載状況は「物が多い」「重量家具がある」などの比較的危険な状態が起こりうる5種類の状況を対象とする。具体的には、本が多い、ピアノや水槽が複数ある、引越途中で物が偏在しているなど、居住者がイメージしやすい部屋の状態に対する安全度合を提示する。

床の安全性を直感的に理解できるように、床スラブの応力状態を「応力分布図」として示し、室内の平面図と対応しながら確認できるようにする。なお、対象居室は比較的床面積が広く、家具の量や配置の選択肢が幅広いリビングダイニングとした。

住宅の実態調査の結果³⁾によれば、床単位面積あたりの平均物品重量の範囲は幅広く、個人差も大きいため、調査結果の平均値を基準となる部屋に使用した。また、危険な状態を示す居室状況は平均値の倍数で表現し、「多めの積載状態(基準の部屋の1.5倍~4倍)」「かなり多めの積載状態(基準の部屋の2~6倍)」の2段階を提示し、平

均重量の違いと床の危険度合が比較できるようにした。居室条件の一覧を表1に示す。

表1 提示対象とした居室の状況

居室の特徴	居室の名称と状態	
基準の居室	普通の集合住宅の一室(平均物品重量 46kgf/m ²)	
本が多い	読書が趣味な人の部屋(2倍)	本を読むのも集めるのも好きな人の部屋(4倍)
ピアノがある	ピアノを弾くのが趣味な人の部屋(1.5倍)	自宅でピアノ教室を開いている人の部屋(2倍)
植物がある	窓側で植物を多く育てている人の部屋(2倍)	屋上に住民共有の庭を持つ集合住宅(2.5倍)
水槽がある	熱帯魚を飼っている人の部屋(3倍)	魚を繁殖させている人の部屋(3.5倍)
引越中である	物を捨てて引越する人の部屋(4倍)	段ボールに詰めたら物の多さに驚いた人の部屋(6倍)

※ 1) 内の数値：基準の居室の平均物品重量と比較した場合の各部屋の平均物品重量の程度

また、家具重量も差が大きく、同じ本棚でも20kgf(200N)程度の物から600kgf(6000N)を超えるものも存在する³⁾。そこで応力分布図作成時に使用する家具は比較的重量の大きいデータを使用し、危険な状況を提示できるようにした。家具配置は実データ³⁾を参考に設定した。

§ 4 支援ツールに使用する応力分布図の作成

床の応力分布図を作成するため、応力解析を行った。設計指針類^{1,4)}を参考に設定した解析条件を表2に示す。

表2 居室の解析条件

項目	条件	項目	条件
構造形式	RC造	床スラブ厚	200mm
住宅様式	集合住宅	壁厚	200mm
住宅の規模	10階建て以下	大梁	800mm×400mm
居室全体の大きさ	間口6m、奥行12m	柱の大きさ	800mm×800mm
DKの大きさ	間口6m、奥行6m	想定する鉄筋	SD295(許容引張応力度 $f_t=195\text{N/mm}^2$)
DKの面積	36 m ² (6m×6m)	配筋	D10D13@250

解析で得られた床板の曲げモーメントの値を長期許容応力度と比較して応力分布図を作成した。応力分布図の区分は図1に示すように7段階に設定した。具体的な分け方は、長期許容応力度を基準とし、その値の0~20%、20~40%、40~60%、60~80%、80~100%、100~150%、150%~の7段階とした。また、短期荷重は長期許容応力度の1.5倍を限界値とした。

応力解析の結果、「多めの積載状態(基準の部屋の1.5倍~4倍)」では床の安全に余裕がなくなっていること、「かなり多めの積載状態(基準の部屋の2~6倍)」では長期許容応力度を超える箇所があることから、これらを提示するツールを作成した。

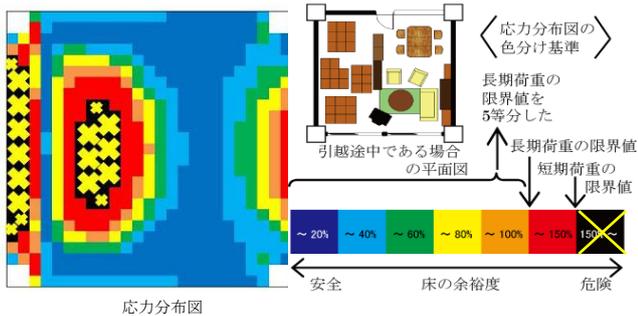


図1 応力分布図と区分け

§5 支援ツールの作成

解析結果を用いて支援ツールの全体構成を検討する。応力分布図をはじめ、「積載荷重とは何か」「積載荷重による事故」等、積載荷重を全く知らない人が見ても理解できる内容とし、積載荷重に対する意識を高められる工夫を盛り込んだ。

支援ツールの全体構成を図2に示す。

トップ画面では、全体像と様々な積載状況がわかるように工夫した。トップ画面を図3に、応力分布図のページの例を図4に示す。

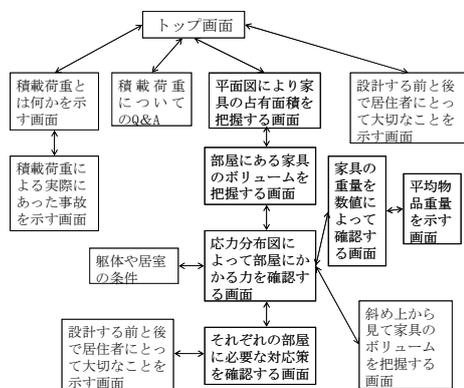


図2 支援ツールの構成



図3 トップ画面

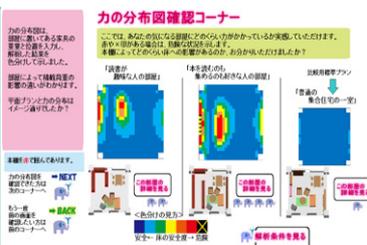


図4 力の分布図確認コーナー

床の危険な状態を理解した後の改善方法を示し、家具の配置についてのアドバイスも載せることとした。

§6 ホームページの評価および修正

試作した支援ツールを閲覧してもらい、見やすさ、改善点等について調査を行った。概要を表3に、結果の一部を表4に示す。また調査結果をもとに試作ツールの修正を行った。修正例を図5と図6に示す。

表3 調査の概要

対象者	女子大学生4年生10名
実施日	2009年12月21日、22日、24日、29日の4日間
所要時間	時間制限なし(40~55分)
内容	①プレ調査 ②支援ツールの自由閲覧 ③支援ツールの内容について理解度調査 ④支援ツールに対する評価(デザイン、説明性、ページの探しやすさ)

*1 日本女子大学大学院修士課程
 *2 日本女子大学住居学科 教授・工学博士
 *3 文化女子大学建築・インテリア学科 准教授・博士(学術)

表4 調査で得られたコメント(抜粋)

HPで興味を持った点	HPで興味を持てなかった点
<ul style="list-style-type: none"> ・本を人よりも多く持っているなど具体的な例がある(2名) ・本のページ ・ピアノのページ(3名) ・植物のページ ・4方向から見る3D画面 ・自分の状況に近い部屋 ・力の分布図確認コーナー(3名) 	<ul style="list-style-type: none"> ■数字、計算が出てくる部分 ■力の分布図確認コーナー ■平均物品重量 ・植物のページ ・水槽のページ ・4方向から見る3D画面 ・自分の状況と違う箇所(2名) ・重たいイメージのないもの
<p>床の安全について知りたいこと、説明してほしいと思うこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ●部屋で何人とびはねていいか ●6、8畳の部屋に何kgの人が何人いても大丈夫なのか ●揺れや衝撃で床が抜けないか ●何人家に入ると危険なのか ●3階建の場合、階数によって積載荷重の差がどの程度か ●集合と戸建の積載状況の違い ・冷蔵庫とか食器棚が大丈夫か ・お相撲さんくらいの大きさの人が何人も部屋にいたらどうか ・ベッドが多い場合 ・学校の積載状況 ・女性は服を多く持っている人も多いので、ダンスが気になる 	<p>HPで表現した居室以外で安全性を知りたい床の積載状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ■床のヒビは見たことない。 ■床は危険というイメージがない ■床の素材(耐久性のある木材) ●子供が走り回るような状況における床の安全性 ●床の厚みと荷重の関係性 木造・RCの場合でどのくらい違うのか ●木造とRC造の耐積載荷重の違い ●築20年の家と新築の家の床の強度の違い ▲自分の部屋が安全か確かめる方法 ▲どういふ物の置き方がベストか ▲床の強度はどう強くなるのか ・一般的な床の強度はどれ位が普通で最大どれくらい耐えられるか
<p>HPで分りにくかった点</p> <ul style="list-style-type: none"> ■クリック場所がわからない(3名) ■ちょっと文章が多くて難しい単語もあった(2名) ■Q&AのところQの下にすぐAがなかったところ ■平均物品重量の「ガフ」の意味(2名) ■解析条件という言葉の意味 ・平面プラン確認コーナーの図面は本棚以外色なくてもいい ・図面はリビングだけでもいい 	<p>HPのデザインで良くないと思う点</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ちょっと文字が多い ■リンクの貼っている場所が少しわかりにくい(2名) ■Q&Aのところリンクがない ■TOPへのアイコンを全部のページにつけるとより良い。それだけでなくもBACKは必要 ■家具の重量確認コーナーではいろいろのせすぎている(5名) ■平均物品重量について

注) ■修正箇所/ ●何らかの形で盛り込んだもの/ ▲今後の課題



図5 修正前

図6 修正後(リンクなどを変更)

気になる積載状況、知りたい情報などの具体的な項目も多く意見が挙げられており、支援ツールが積載荷重を意識するきっかけになることが明らかとなった。

§7 おわりに

どのような積載状況の場合に床が危険になるかを明らかにすることで居住者が安全に住まうよう啓発する必要がある。本報ではそのための支援ツールを作成した。評価実験の結果、居住者の理解が得られ、啓発のきっかけとなるツールであることがわかった。

なお今回は物品荷重を対象としたが、人間荷重に関する情報の要望も多く、今後の検討課題である。

[引用文献]

- 1)日本建築学会：建築物荷重指針・同解説(2004) 丸善、2004年9月15日。
- 2)福田真寿美、久木章江、石川孝重：視覚化による積載荷重の説明性に関する研究—その1住宅の子供室を対象とした視覚化ツールの検討—、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.27~28、2007年8月。
- 3)石川孝重、田中美知：住宅の積載荷重に関する研究—その1100住戸に対する調査—、-その2 調査結果の分析並びに設計用基準値算定に対する試案-、日本建築学会関東支部研究報告集、第11号、pp.41~44、pp.45~48、昭和62年度。
- 4)日本建築学会：鉄筋コンクリート構造 計算規準・同解説 許容応力度設計法、丸善、2008年11月。