

# 都市型戸建て住宅の実測調査に基づく設計用屋上緑化荷重の提案

## DESIGN LIVE LOADS FOR ROOFTOP GARDENS BASED ON SURVEY RESULTS OF URBAN DETACHED HOUSES

小山 高夫\*, 皆川 隆之\*\*, 花井 勉\*\*\*, 井戸田 秀樹\*\*\*\*

*Takao KOYAMA, Takayuki MINAGAWA, Tsutomu HANAI  
and Hideki IDOTA*

The design live load for residence is often used for designing rooftops of residences, but the validity of using residence live load for rooftop gardens has not been confirmed. In the present study, new design value of live load for rooftop gardens are proposed based on the building survey results from 24 steel-framed houses in Tokyo area. The proposed design live load value will allow for the rational structural design of residences with rooftop gardens and also allow rational consideration of future changes to rooftop occupancy.

**Keywords :** *Rooftop gardens, Live loads, Statistical analysis, Equivalent uniformly distributed load*

屋上緑化, 積載荷重, 統計解析, 等価等分布荷重

### 1. はじめに

都市部の戸建て住宅では敷地の制約上屋上利用が盛んに行われている。特に最近では、環境保全の意識の高まりや行政の政策などの影響から、緑化された屋上も多くみられるようになってきた。建築基準法では、建築物各部の積載荷重は原則として当該建築物の実状に応じて計算されなければならないと規定されているが、一般的な状況で実状を特定できる場合は少ないため、多くの場合ただし書き示される用途ごとの設計用積載荷重値が用いられており、中でも屋上の場合には居室の積載荷重値を準用しているのが現状である。しかし、緑化された屋上の場合、一般的な居室とは積載物が大きく異なり、居室の設計荷重を準用することに対する妥当性は確認されていない。

本研究は、都市型の戸建て住宅を対象として緑化された屋上の設計用積載荷重値に関する考察を行なったものである。戸建て住宅の屋上緑化は比較的新しい利用形態であり、先行する研究が見当たらない。そこで緑化された屋上利用の実態を把握するため、都市部の戸建て住宅を対象とした住宅屋上の積載荷重調査を実施し、屋上荷重の基礎的なデータを提供する。また、そのデータに基づき等価等分布荷重の解析を実施して、設計用積載荷重値の提案を行う。

### 2. 屋上緑化の調査

#### 2.1 調査概要

まず、屋上緑化の利用状況を把握するため、実建物を対象とした積載物調査を行った。対象とした物件は首都圏に建つ鉄骨躯体+ALC床構造の陸屋根戸建て住宅のうち、屋上を緑化して利用している24物件である。調査は、積載物状況および利用状況などについて屋上ALC床伏図を基にした調査シートに記載した。なお、積載物の荷重の測定にあたっては、移動可能な物品はヘルスマーターを用い、芝生、土などのように移動の不可能なものはカタログデータを用いた。なお、ヘルスマーターはシート防水層上で計測し、表示値の較正は行っていない。

#### 2.2 利用状況の分類

通常の居室の利用状況と異なり、屋上利用の状況は通常の屋上仕上げが施されテーブルや椅子などの物品が常時置かれている部分と、花壇・芝生のように緑化のための土などが設置される部分に大別することができる。これらの各部分は、物品の配置や移動、あるいは人の歩行といった積載荷重の特性が基本的に異なる部分と考えることができる。そこで、本研究では屋上利用の状況を芝生や花壇(草花、低木、菜園、中木)などの「緑化部」、テーブル・椅子などが置かれたり、通路として利用される「仕上床部」、および「その他」の

本論文は文献1)2)3)4)を加筆整理したものである。

\* 旭化成ホームズ

\*\* えびす建築研究所

\*\*\* えびす建築研究所 代表取締役・博士(工学)

\*\*\*\* 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 教授・工博

Asahi Kasei Homes Co.

Ebisu Building Laboratory Co.

President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.

Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.



図1 屋上利用の状況例

3つに分類した。各利用状況の代表的な写真を図1に示す。

また、屋上に積載される荷重でも、芝生や花壇などは、土が敷かれ簡易に移動できない固定荷重に近い性質の荷重であり、植木鉢、テーブルなど比較的簡易に移動可能な荷重とは別物として取り扱うのが設計上合理的である。本研究では前者を「不動積載荷重」、後者を「移動積載荷重」（その対象物品を「移動積載物」と定義し、分けて整理した。

### 2.3 集計結果

対象各物件の屋上の各利用状況別面積比率および移動積載荷重の平均値と最大値を示したのが表1である。緑化部面積比率は1棟あたり平均で26%、最大でも45%であり、仕上床部が約1/4、その他が約1/2となっている。また、移動積載荷重も大きくばらついているが、屋上の面積あたりの均し荷重では平均で59N/m<sup>2</sup>、最大で197N/m<sup>2</sup>であった。

表2には仕上床部と緑化部の代表的仕様とそのカタログ値を示した。緑化部の土壌はいずれの住宅も屋上緑化用に開発された超軽量の人工土壌の水を含んだ状態の値を用いている（湿潤状態での比重は0.6）。また、緑化部分にはさらに移動積載荷重が載ることはほとんど無かったが、この超軽量の土壌でも土壌厚が150mmを超える場合には、日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」<sup>5)</sup>（以下、荷重指針）に示される住宅用の基本積載重量（1,000N/m<sup>2</sup>）以上となる。

移動積載物である植木鉢、プランターは床仕上がない部分に多く置かれ、ウッドデッキ、人工芝などの仕上床部にはテーブル、ベン

表1 各調査建物の屋上利用状況

	屋上面積 (m <sup>2</sup> )	緑化部比率	仕上床面積比	1物件あたりの移動積載荷重(N)	1物件あたり・単位面積あたりの移動積載荷重(N/m <sup>2</sup> )
平均値	68.4	0.264	0.257	3,263	59
最大値	132.7	0.453	0.767	9,501	197

表2 屋上利用の状況別仕様

仕様	土壌厚 (mm)	重量 (N/m <sup>2</sup> )	
仕上床部	ウッドデッキ	—	
	タイル 10mm	—	
	PC板 30mm	—	
緑化部	芝生	70	
	花壇	草花	150
		低木(0.8~1.2m)	150
	菜園	200	
	中木(1.2~2m)	200	

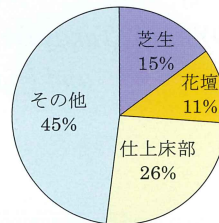


図2 屋上利用状況別面積比率

表3 移動積載荷重調査結果 (N)

積載物	数量	平均重量	標準偏差	1棟平均重量	1棟最大重量
1.植木鉢	379	64	101	897	4,341
2.プランター	201	101	109	942	5,660
3.イス	27	81	74	92	960
4.室外機	26	251	113	272	1,617
5.物置	14	638	623	372	3,577
6.テーブル	7	171	74	50	314
7.パケツ	5	28	30	6	78
8.ブロック	5	588	608	98	1,470
9.ホース	4	69	20	11	98
10.工具箱	4	130	183	22	402

チなどが置かれていた。表3はこれらを計測し頻度順に並べたものである。植木鉢は1個あたり平均で64N、1棟あたり総荷重の平均で約900Nとなっている。プランターは大きさにより荷重変動の幅が大きく、平均が101Nに対して最大では700N近いものまでであった。

### 3. 移動積載荷重の統計的特徴

#### 3.1 ユニット面積ごとの解析による分析方法

移動積載荷重の統計的特徴を明らかにするため、荷重指針に倣い矩形のユニット面積ごとの移動積載荷重を求め統計的に分析する。まず調査シートより建物の最小モジュールである305mmメッシュごとに移動積載荷重を割り当て、単位ユニット面積あたりに配置される移動積載荷重を集計する。単位ユニット面積は床版、小梁、大梁および柱の設計における影響面積を想定して、屋根を構成する

ALC床版（標準寸法 1,830mm×610mm）の構成枚数により、a：1枚 1,830mm×610mm (1.12m<sup>2</sup>)、b：3枚 1,830mm×1,830mm (3.35m<sup>2</sup>)、c：12枚 3,660mm×3,660mm (13.40m<sup>2</sup>)の3つのサイズとした。また、ALC床版のサイズとその配置パターンは屋上のプランや骨組の形状に依存する。そこで、様々な配置パターンを網羅するため、分析では各ユニットを平面上で305mmピッチで移動させ、その都度の集計値（ユニット荷重）すべてをサンプルとした。

### 3.2 移動積載荷重のユニット荷重

表4には移動積載物が比較的多く設置されていた場所でのユニット荷重の算定例を、図3にはユニットサイズごとの度数分布、平均値、標準偏差、変動係数および99パーセンタイル荷重値(以下、99%荷重)を示した。表4の①②③のようにプランター、植木鉢が密集しているようでもユニット面積aで300~500N/m<sup>2</sup>、ユニット面積cでは積載がない領域も含まれるためaの半分程度のユニット荷重となっている。最も重い荷重となったのは⑥のユニット面積aで、大型のプランターに土が満載されていることが要因で624N/m<sup>2</sup>となっているが、図3の統計値を見ると99%荷重も617N/m<sup>2</sup>であることから、このような利用状態は極稀であることが分かる。また、同




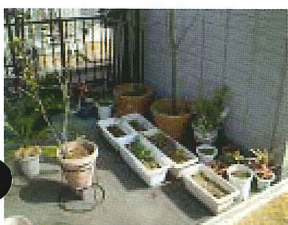


図では荷重0の標本がかなり多く、移動積載物が設置されていない部分が大半であることが確認できる。荷重指針ではユニット面積18m<sup>2</sup>の場合のユニット荷重より住宅の基本積載重量を1,000N/m<sup>2</sup>としているが、これと比べると面積の近いc(13.40m<sup>2</sup>)でも99%荷重で290N/m<sup>2</sup>であり、統計的に見た屋上の移動積載荷重の上限値は住宅の居室よりも小さい値となった。

## 4. 設計用積載荷重の設定

### 4.1 検討方法

荷重指針では積載荷重の基本値を、RC床スラブ面積のユニット荷重から求めた基本積載重量と等価等分布荷重から求めた等分布換算係数の積で表している。今回調査対象とした住宅は鉄骨造+ALC床の構造であり、屋上の積載荷重は基本寸法1,830mm×610mmの1方向短辺支持のALC床版より鉄骨の梁・柱に伝達される。設計用積載荷重の考え方の基本である等価等分布荷重は、対象部材の境界条件に応じた応力解析により算定されている。そこでこの考え方にに基づき、本研究では1,830mm×610mmのALC床版とそれを支える骨組を対象とした等価等分布荷重により設計用積載荷重を評価

表4 屋上利用状況と移動積載物のユニット荷重の対応例

①		a	316	③		a	483	⑤		a	131
		b	302			b	296			b	88
		c	130			c	268			c	48
②		a	439	④		a	308	⑥		a	624
		b	296			b	252			b	383
		c	183			c	145			c	139

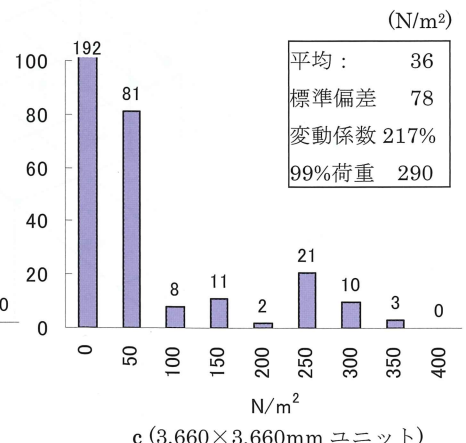
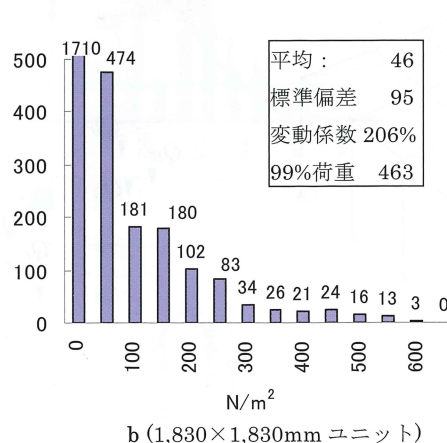
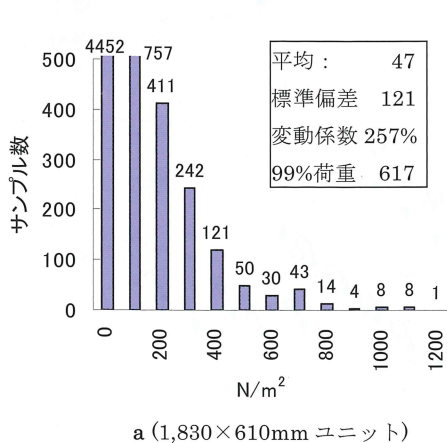


図3 移動積載物のユニット荷重分布

する。なお、比較のため床版が4辺固定のRC床スラブであるとした場合も検討する。

等価等分布荷重は対象とした屋上の架構に合わせて算出する。ただし、柱の位置が通りの交点よりずれるなど複雑な架構のプランもあることから、ここでは単純な力の流れとなるよう以下のようにグリッドを定義して、各プランの梁柱の架構を補正した。

- ①グリッドは長方形とする
- ②グリッド1辺の長さは、対象建物の最大スパン 5.49m 以下とする
- ③グリッド外周部に大梁、4隅に柱が配置され、ALC床の場合はこれを支えるために必要な小梁が構成される。ただし、RC床スラブを対象とした検討では小梁は考慮しない

なお、等価等分布荷重で対象とする応力は、床：曲げ、せん断、大梁：曲げ、せん断、たわみ、柱：軸力である。

#### 4.2 荷重データの作成

前章と同様に建物の最小モジュールである 305mm メッシュごとに分析用の荷重データを作成する。図4にその1例を示すが、ALC床版、梁、柱の配置状況、不動積載荷重の仕様および移動積載荷重の情報が記載されている。不動積載荷重は表2の値を参考に設計用として表5のようにまとめた。また、荷重の組み合わせは、①移動

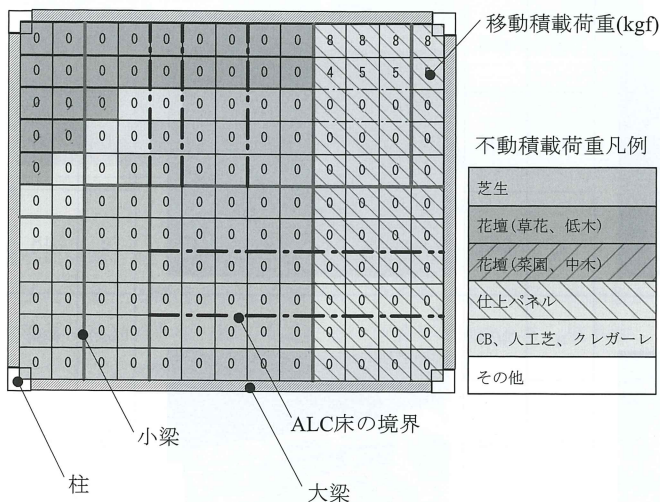


図4 荷重データの記載例

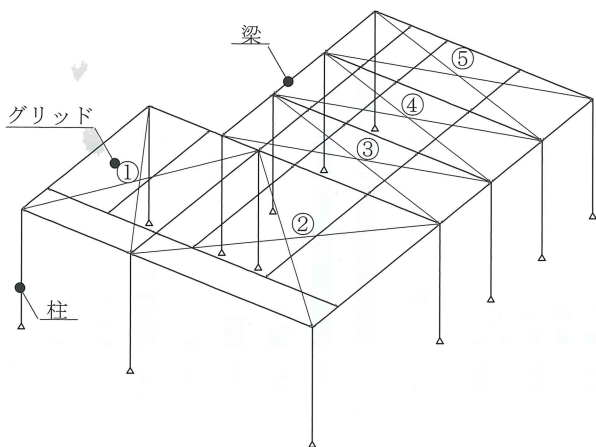


図5 等価等分布荷重算定概要 (ALC床用)

積載荷重、②移動積載荷重+不動積載荷重 ③移動積載荷重+不動積載荷重+人間荷重とする。人間荷重は荷重指針を参考に対象建物の平均的グリッドである 3.66m×3.66mに4人(650N/人)が存在するとして、花壇以外の利用状況に対して等分布荷重で考慮する。

#### 4.3 等価等分布荷重の算定方法

##### 1)ALC床

本論文で対象にしている ALC 床の場合、最も重い不動積載荷重(今回は花壇(菜園、中木)、人は載らない)が ALC 床版1枚全面に等分布荷重として作用する場合があります、この荷重が必然的に床用等価等分布荷重の最大値となる。

柱梁用荷重の算定では上記床版の支点反力を検討用の荷重として、図5に示すフレームモデルにより静的立体解析を行う。柱材(□・80×80×3.2)は柱頭・柱脚共にピン接合とし、梁材(H・250×100×4.5×6)の端部もピン接合とした。等価等分布荷重の算定で等しくする応力は、柱では軸力、梁では曲げモーメント、せん断力およびたわみ(節点鉛直変位)とする。各グリッド内部材で最大となる等価等分布荷重を統計用のデータとした。

##### 2)RC床スラブ

RC床スラブ架構においては、隣接するスパンおよび部材断面に

表5 設計用不動積載荷重

項目	荷重(N/m <sup>2</sup> )	備考
芝生	850	土壌厚:70mm
花壇(草花、低木)	1,250	土壌厚:150mm、低木 1.2m 以下
花壇(菜園、中木)	1,800	土壌厚:200mm、中木 2.0m 以下
仕上床	300	ウッドデッキおよびタイル 10mm
CB、人工芝など	55	

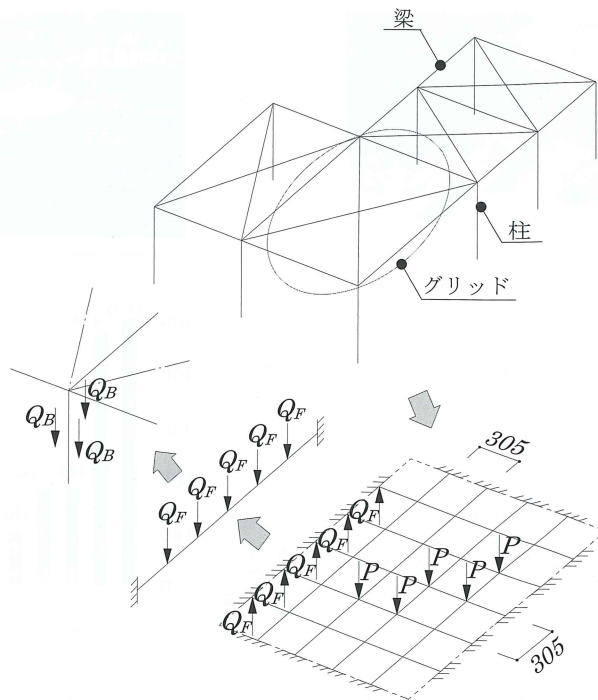


図6 等価等分布荷重算定概要 (RC床スラブ用)

よる影響を避けるため、図6に示すように部材応力および等価等分布荷重の算定方法を設定した。まず、RCスラブの検討では、305mmメッシュの格子梁（同一断面、せん断変形は考慮しない）とし、4周には固定の境界条件を設定する。各メッシュあたりの荷重を面外に作用させた静的解析を行う。等価等分布荷重の対象応力としては、荷重配置による影響が少ない支点反力（せん断力）を用いた。次に梁の検討では、グリッド辺の単材と仮定し、各床スラブの支点反力（せん断力）を荷重として作用させた場合の固定端モーメントより等価等分布荷重を算定する。最後に柱の検討では、梁の固定端せん断力のグリッドごとの合計を軸力として等価等分布荷重を算定する。

#### 4.4 等価等分布荷重の算定結果

表6に各部位ごとの等価等分布荷重の頻度分布を示す。濃い線がALC床、薄い線はRC床スラブの値である。なお、ALC床の床用荷重分布は前述のように設計用荷重が既知（花壇(菜園、中木)：1.800N/m<sup>2</sup>)のため省いている。移動積載荷重の度数分布では、等価等分布荷重の0（移動積載荷重のない場合）がいずれの部位でも最多であるが、移動積載荷重+不動積載荷重および移動積載荷重+不動積載荷重+人間荷重の度数分布では、0のデータは少ない傾向となっている。

荷重指針などに倣い、累積確率密度関数の99%非超過確率の値から部位ごとの設計用等価等分布荷重を設定する。頻度分布を正

規分布、対数正規分布、Gamma分布、極値I型（Gumbel分布）、および極値II型（Weibull分布）でモデル化し、Kolmogorov-Smirnov検定（以下、K-S検定）にて採決された分布型での推定結果を採用した。なお、K-S検定を行う範囲は累積確率密度80%以上の範囲を対象としている。図7に各分布型の累積確率密度曲線と、99%非超過確率の値の例を示す。各分布共に累積確率80%以上では比較的よい対応をしており、99%非超過確率の値は数%の違いに留まっている。

表6には採用した確率分布名と確率分布曲線および99%非超過確率の値（設計用等価等分布荷重）も合わせて示した。偏りのある移動積載荷重ではGumbel分布が、その他の荷重分布ではGamma分布の採用が多い。99%非超過確率の値の傾向を見ていくと、部位別では床用、梁用、柱用の順で影響面積が広がるため値は下がる傾向にある。ただし、不動積載荷重が含まれる場合は部材単位全面に置かれることも多いことから、その減少傾向は緩やかである。移動積載荷重の柱用（ALC床）の値は、突出した1データによるものであることを考慮すると、ALC床とRC床スラブの床版による違いは、ALC床が若干小さい値となる傾向ではあるが、最大でも柱用で140N/m<sup>2</sup>と顕著な差ではないことが分かった。また、荷重別で見ると人間荷重の影響は最大で100N/m<sup>2</sup>程度である。

表6 等価等分布荷重の頻度分布 縦軸：頻度、横軸：等価等分布荷重 (N/m<sup>2</sup>) ■ A: ALC床 □ R: RC床スラブ

	床	梁	柱
移動積載荷重	A: — R: Gumbel分布 733	A: Gumbel分布 388 R: Gumbel分布 496	A: Gamma分布 716 R: Gumbel分布 402
移動積載荷重 + 不動積載荷重	A: — (1,800) R: Gamma分布 2,070	A: Gumbel分布 1,670 R: Gamma分布 1,718	A: 対数正規分布 1,397 R: Gamma分布 1,425
移動積載荷重 + 不動積載荷重 + 人間荷重	A: — (1,800) R: Gamma分布 1,957	A: Gumbel分布 1,720 R: Gamma分布 1,746	A: 対数正規分布 1,390 R: Gumbel分布 1,530

表 7 屋上緑化時設計用積載荷重 (N/m<sup>2</sup>)

	床用	柱梁用	地震用
芝生	移動積載荷重	—	—
	不動積載荷重	850	850
	人間荷重	100	—
	合計	950	850
花壇 (草花 低木)	移動積載荷重	—	—
	不動積載荷重	1,250	1,250
	人間荷重	—	—
	合計	1,250	1,250
花壇 (菜園 中木)	移動積載荷重	—	—
	不動積載荷重	1,800	1,800
	人間荷重	—	—
	合計	1,800	1,800
仕上床 部・ その他	移動積載荷重	750	80
	不動積載荷重	300	300
	人間荷重	100	—
	合計	1,150	380

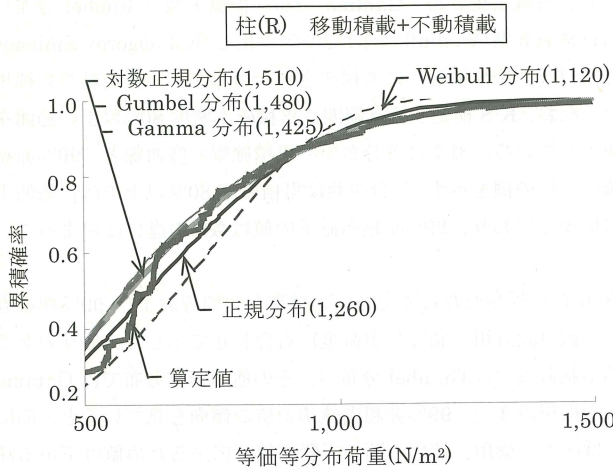


図 7 各分布型による累積確率密度関数例

### 5. 緑化された屋上の設計用積載荷重の設定

通常屋上利用の場合の積載荷重は、建築基準法施行令に示される住宅の居室に相当する荷重(以下、施行令居室荷重 床用:1,800N/m<sup>2</sup>、柱梁用:1,300N/m<sup>2</sup>、地震用:600N/m<sup>2</sup>)が用いられる事が多い。表6に示す調査結果に基づけば、移動積載荷重のみを対象とした設計荷重は施行令居室荷重の値に比べればかなり小さい値であるが、積載荷重に不動積載荷重および人間荷重全てを含めた設計荷重は施行令居室荷重の値をやや上回っている。ただし、不動積載荷重は芝生とそれ以外で大きな差があり、建物供用期間内での変動がほとんどないことを考えると、不動積載荷重は固定荷重と位置付け、移動積載荷重や人間荷重とは異なる枠組みで整理するのが合理的と考えられる。

そこでこれらの屋上荷重の特徴を考慮し、本研究では屋上利用状況別に設計用積載荷重を表7のように設定した。積載荷重は移動積載荷重、不動積載荷重、および人間荷重に区分けし、移動積載荷重には表6のALC床とRCスラブ床の重い方の設計用積載荷重を、不動積載荷重には固定荷重扱いで表5の値を、そして人間荷重は花壇以外の利用状況に100N/m<sup>2</sup>見込むものとする。また、表7には地震用の積載荷重も設定している。移動積載荷重は前章統計の等価等分布荷重の平均値80N/m<sup>2</sup>を採用し、不動積載荷重には表5の値を、人間荷重は荷重指針に倣い見込まないこととした。

利用状況別の設計用積載荷重の合計を見ると、各利用状況の不動積載荷重およびその使われ方が反映された値となっている。同表の網かけ部は施行令居室荷重より小さい利用状況を示した。芝生、花壇以外の仕上床部・その他の利用状況では床用荷重、地震用荷重がかなり下回っている。また、芝生、花壇(草花、低木)は、屋上の全面に配置されることはないため、面積比率を制限すれば地震用荷重も施行令居室荷重を下回ることになる。なお、表中の不動積載荷重は表5の超軽量土仕様を採用しているが、これと比重が変わる土壤の場合はこの欄を修正すれば良い。

### 6. 屋上緑化プランによる積載荷重設定例

屋上利用の自由度を最大にするためには、想定される利用状況の

うち最大の荷重を屋上全体に採用すればよいが、一般的に樹木(中木)などが屋上全面に配置される事などは今回の調査から見てもほとんど無く、より実状に近い設計を行なうためには、設計仕様で使用条件を設定する事がよいと思われる。図8には表7の設計用積載荷重を利用した設計として、面積制限を設定する例を示した。

Plan 1: ペントハウス側にエリア①テーブル椅子とプランタースペース、奥にエリア②盆栽棚と中木を計画している。エリア①は仕上床部の利用状況として余裕を見て施行令居室荷重を採用し、エリア②は花壇(菜園、中木)荷重を採用するが、エリアのうち花壇の利用は半分以下とすることで地震用積載荷重を軽減している。

Plan 2: ペントハウス側にパーベキユースペースとプランター、周囲に低木を予定している。低木用に土を設置する面積が限られていることから、全面仕上床部の利用状況に余裕を見て施行令居室荷重を採用し、地震荷重が600N/m<sup>2</sup>以下となるよう、花壇(低木)の面積を制限する。

Plan 3: 設計時点では植木鉢、プランターによる移動可能な緑化を考えているが、将来はライフスタイルの変化に伴い芝生又は花壇の設置も考えている。施主との相談において将来の利用形態を芝生又は花壇(草花、低木)までと確認して施行令居室荷重を採用する。地震荷重を超えないように花壇(草花、低木)であれば25%以下、芝であれば47%以下に面積制限をしてもらう。ただし、今回の調査結果では表1のように緑化比率が最大でも45%なので、この面積制限はプランに影響を与えないといえる。

以上のように都市型戸建て住宅の屋上緑化に対しては施行令居室荷重でも、花壇(菜園、中木)以外の状況であれば、面積制限を用いる事で十分対応可能であることが分かる。また、屋上積載荷重に施行令居室荷重を見込んでいる既設屋上利用建物でも、このような超軽量土と面積制限を用いることで屋上緑化仕様に変更できることが示された。

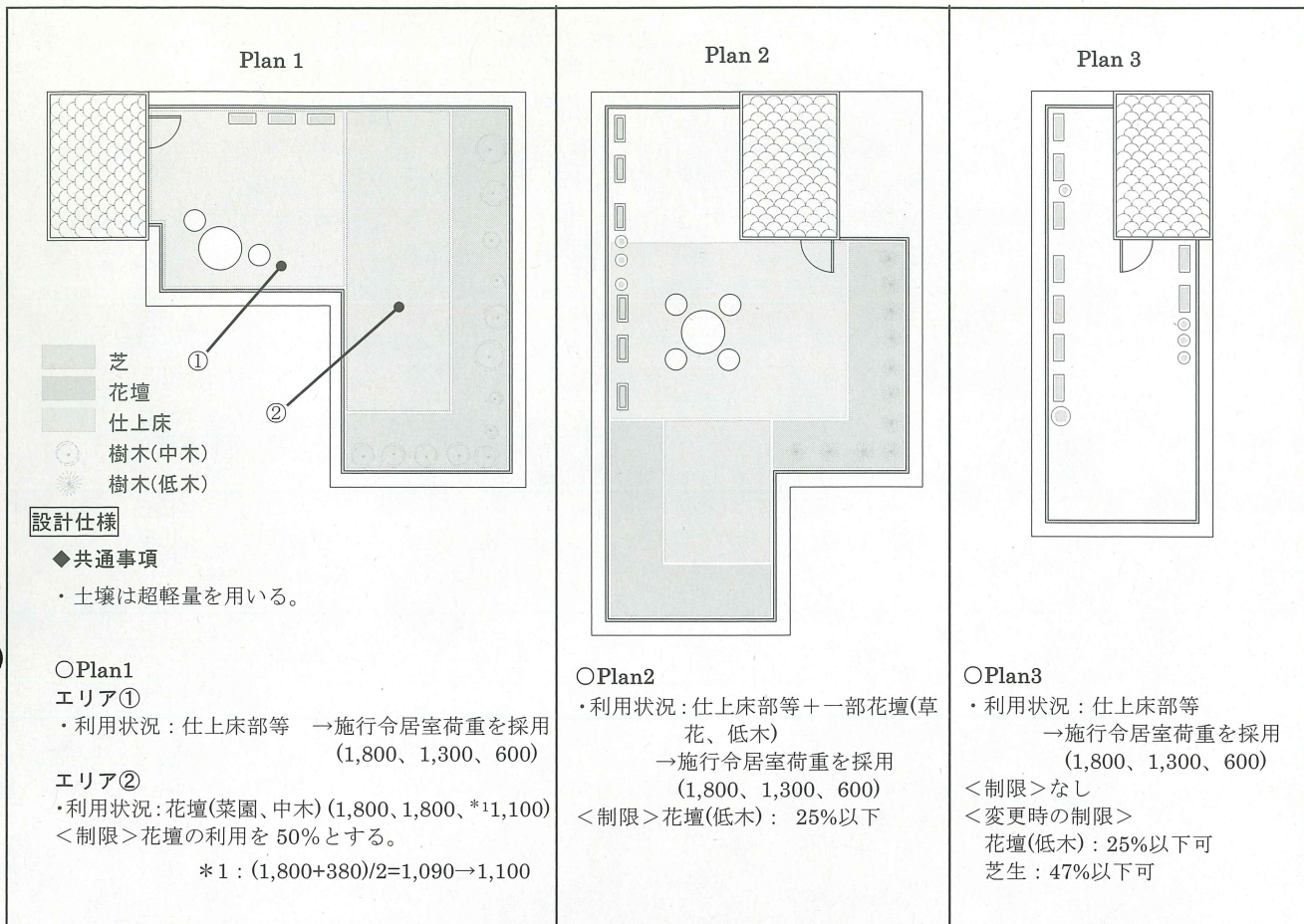


図8 設計用積載荷重採用例(床用、柱梁用、地震用) (N/m<sup>2</sup>)

## 7. まとめ

本研究では都市型戸建て住宅における屋上緑化の調査を行ない、利用状況および荷重分布を明らかにして設計用積載荷重を提案した。また、それを用いた設計例を示した。本研究での知見をまとめると以下ようになる。

調査における屋上の緑化面積(芝生、花壇)は平均26%、最大でも45%であった。

- ・移動積載荷重は屋上平均で58 N/m<sup>2</sup>、最大約200 N/m<sup>2</sup>である。また、表4には屋上利用状況の写真とユニット面積あたりの荷重値をリンクさせて設計時の参考資料とした。
- ・緑化部(芝生、花壇)には移動可能な積載物がほとんど配置されていないので、移動積載荷重は見込まないで固定荷重的に扱うのが合理的である。
- ・対象とした建物が鉄骨造+ALC床架構のため、等価等分布荷重より直接設計用積載荷重を提案したが、床の構造をALC床を想定しても、RC床を想定しても大差ない値となった。ただし、ALC床の場合は、ALC床版1枚の面積が小さいため、床用荷重はこれより面積の大きい不動積載荷重そのものとなる。
- ・現行の設計で屋上積載荷重として使われている施行令居室荷重の値を用いても、超軽量土を用いた緑化であれば対応可能である。
- ・施主と相談し屋上の利用規約を設けることで、将来の屋上緑化のプラン変更にも対応した合理的な設計が可能である。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、日本建築学会積載荷重小委員会屋上緑化荷重検討WG(設置期間：2005年10月～2007年3月、主査：井戸田秀樹)の委員各位から貴重な意見を賜りました。ここに感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 小山高夫、皆川隆之、花井 勉、井戸田秀樹：都市型戸建て住宅の屋上積載荷重について、その1. 緑化された屋上の積載用荷重の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、B-1、pp.39～40、2005
- 2) 小山高夫、皆川隆之、花井 勉、井戸田秀樹：都市型戸建て住宅の屋上積載荷重について、その2. 緑化された屋上の設計用積載用荷重値の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、B-1、pp.95～96、2006
- 3) 小山高夫、皆川隆之、井戸田秀樹、花井 勉、鶴林雅代：都市型戸建て住宅の屋上積載荷重について、その3. 構法の違いが緑化された屋上の設計用積載荷重値に及ぼす影響について、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、B-1、pp.31～32、2007
- 4) 小山高夫、皆川隆之、井戸田秀樹、花井 勉、鶴林雅代：都市型戸建て住宅の屋上積載荷重について、その4. 実用的設計用積載荷重の設定と設計例、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、B-1、pp.63～64、2008
- 5) 建築物荷重指針・同解説、日本建築学会、2004
- 6) 山村一繁：積載荷重確率分布モデルの推定に関する一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、B-1、pp.77～78、1999

(2010年5月31日原稿受理、2010年10月27日採用決定)