

1.1 本設計データの目的

中層大規模木造建築を取り巻く状況

平成 22 年 10 月に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行された。これまで大規模木造建築は体育館、美術館、博物館、ドームといった特殊な建築物に用いられることが多かったが、今後は事務所ビルや集合住宅といった普通の中層大規模木造建築の登場も期待されている。

木造建築は、構造解析や構造設計がしにくい建築物と言われている。木造建築のうち、木造住宅においては独特の平面モジュールや部材寸法が慣習化され、簡易な耐震性能検証法が用いられるなど、鉄筋コンクリート造や鉄骨造の建築物で行われる構造設計とは異なる環境が整備されている。しかし、大規模木造建築は体育館やドームといった特殊な用途に用いられることが多く、建物毎に詳細な設計がなされてきた結果、今なお設計が難しい建物と考えられがちである。

木造と他の構造形式の違いを見ると、鉄筋コンクリート造や鉄骨造などの建物では、部材が規格化され、標準的な接合部が整備されているため、経済的で効率の良い設計・施工が可能となっている。また、設計者・施工者・材料供給者の間で各部の仕様についての情報が共有化されることによって、設計図書におけるミスが施工図や現場作業の中で発見されるなど、多段階での安全性チェックにもつながっている。

一方、中層大規模木造建築では部材が規格化されておらず、建物毎に自由に選択されているため、製造しにくい部材を用いた設計が行われ、経済性の低下や工期の延長を招いていることが多い。また、設計者にとっても、さまざまな断面形状、材料特性の部材を選択することとなり、部材接合部などの構造特性を算定するに当たって、個別に実験を行って確認する必要性が生じるなど、構造検証の負担が大きくなっている。

今後、中層大規模木造建築を普及させていくためには、これに関わる設計者、特に構造設計者の存在が不可欠であるが、現在のところ経験者は非常に少ない。特に大規模木造建築の実現に当たっては、大手組織事務所、総合建設業といった鉄筋コンクリート造、鉄骨造によって大型の建築物を実現してきた設計者の協力が欠かせない。ところが、こうした設計者の多くは、木質構造の設計の仕組みの独自性から、木質構造に対しての知識が不足していると考えて大規模木造建築を敬遠しがちである。

一方、これまで木造建築、中でも木造住宅を支えてきた地方の工務店においては、木材や木造建築に対する知識は豊富に蓄積されているが、大規模建築に求められる要求性能への意識は高くない。さらに、今後建設される中層大規模木造建築では、鉄筋コンクリート造、鉄骨造との混構造も選択肢として挙げられ、木造以外の知識も必要となってくる。

中層大規模木造建築の普及には、これまで大規模建築を担ってきた設計者・施工者と、木造住宅を中心とする木造建築を担ってきた設計者・施工者の双方に対して、それぞれが必要とする技術情報を整備する必要があるが、本設計データは、まず、前者を主な対象として、鉄筋コンクリート造や鉄骨造と類似の仕組みの

設計技術情報を提供することを目指している。

すぐに使える設計データの提供

現在の建築確認申請の運用においては、解析だけによる検証が敬遠されがちで、参考値ながら実験的検証を要求される場合が多く、大きな負担となっている。これを軽減するためには、汎用性のある仕様に対しては、誰もが利用できるよう共通の情報を整備しておくことが一助となる。

そこで本設計データでは、潜在ニーズが高いと思われる「事務所」や「商業施設」の用途・規模を対象とした中層大規模木造建築物を想定し、構造設計のポイントとなる、柱脚接合部、柱梁接合部、耐力壁、床等の汎用性のある仕様について構造要素の実証実験を行い、構造設計用データを一揃い作成した。具体的には、適用範囲を明らかにし、理論式・計算式、提案モデル、特性値、荷重変形、破壊性状等を示すとともに、使用材料とその入手方法、最新の詳細情報についての問い合わせ先等についても示している。

なお、実証実験で得られたデータを実際の構造設計に活かすためには、通常の研究とは異なる視点での情報の整理や見せ方が必要となる。そこで、これらの実験を行うに当たっては、設計者にとって何が重要で必要な情報なのかについて、計画段階から実験実施、結果取りまとめの段階に至るまで、材料供給者・有識者間で常に議論を行いながら、認識を共有化し整理を進めた。

今後のデータの蓄積について

木造建築の構法は様々にあり、全てを網羅することはできないため、本設計データに掲載している構造設計用データは限られたものである。しかし、本設計データの内容を設計者が必要とするデータのプロトタイプとして捉えると、今後の研究・開発の中で、このプロトタイプにそって情報を整理し提供することによって、データの種類と量をより充実させていくことができる。

一部の事業や関係者ができることには限界があるが、多くの設計者や開発者が自発的にデータを充実させることが可能な仕組みを構築することによって、将来的には多くのデータが蓄積されることにつながる。本設計データがその一助となれば幸いである。

1.2 本設計データの前提条件

想定する建物イメージ

本設計データで想定している建物は、体育館やドームといった特殊な建築物ではなく、鉄骨造や鉄筋コンクリート造でごく一般的に建てられている2～3階建ての事務所や商業施設である。このような建物では長大スパンの大空間が求められず、木造の設計経験が少ない設計者でも取り組みやすい上に、潜在ニーズが高いと考えられるためである。

具体的な建物イメージとしては、延べ面積1,000m²以上の規模を想定している。4階建て以上では耐火建築物であることが求められるため、需要と実現性を加味して、準耐火建築物とすることができる3階建て以下を対象とする。平面モジュールは1,200mmを想定し、学校や事務所ビルとして使用されることを考えると、スパンは6,000mm (1,200 × 5)、7,200mm (1,200 × 6)、8,400mm (1,200 × 7) 程度となる。また、接合部や骨組み等は、誰もが利用できるオープンな部材を用いたものとしている(表1.2-1)。

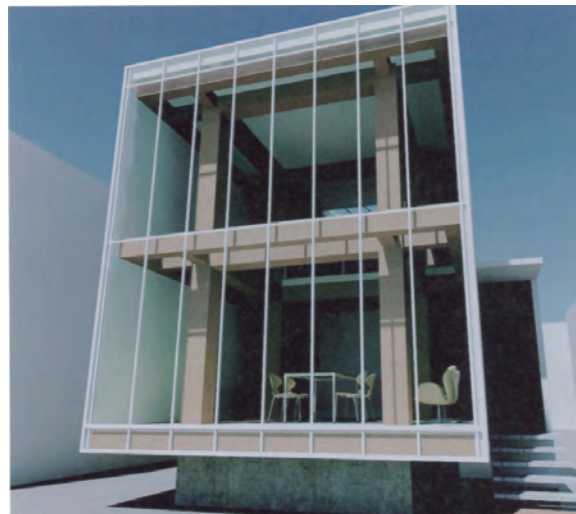


図 1.2-1 想定する構法のイメージ

表 1.2-1 具体的な建物イメージ

用途	学校、事務所ビル(準耐火建築物)
規模	延べ面積1,000m ² 以上、3階建て以下
平面モジュール	1,200mm
スパン	6,000mm (1,200 × 5) 7,000mm (1,200 × 6) 8,000mm (1,200 × 7)

構造計算の流れを意識したデータ整備の想定

構造計算は、汎用構造解析ソフトによる3次元解析モデル（図1.2-2）を用いることを前提としている。構造計算の流れは、使用材料の許容応力度を設定した上で材料特性（弾性係数（E）、等価弾性係数（K）、せん断弾性係数（G）、許容応力度（F））を適切に評価し、対象建物のモデル化を行い、外力を加え応力・変形・断面算定を行うというものである（表1.2-2）。

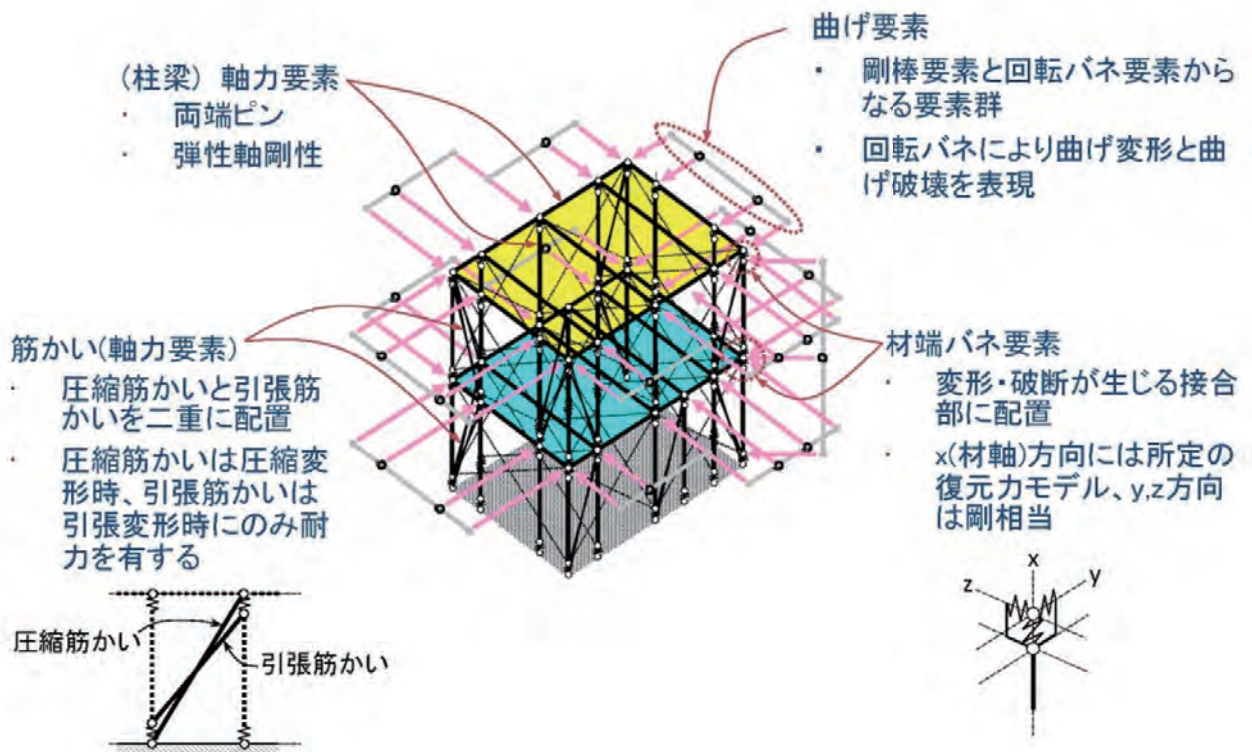


図1.2-2 3次元立体解析モデル（仮）

表 1.2-2 構造計算の流れとデータ情報

構造計算の流れ	データ情報
材料特性の評価	長期許容応力、短期許容応力（地震、風、積雪） 長期許容耐力、短期許容耐力（地震、風、積雪）
モデル化	線材要素、バネ要素、等価置換 包絡線、履歴特性（バイリニア、トリリニア、マルチリニア、・・・） 荷重条件 引張抵抗、せん断抵抗、曲げ抵抗 集中荷重、等分布荷重
応力、変形 断面算定	降伏荷重、最大耐力、終局耐力 降伏時変形、最大耐力時変形、終局変形

構造計算に当たっては、材料特性の情報が必要であることと、各部材を線材や接合部バネに置換して各要素（**図 1.2-2** 参照）の構造特性を適切に設定する必要がある。適切な解析モデルが作成できれば、許容応力度計算の他、限界耐力計算、時刻歴応答解析にも対応することができる。

そこで、このような構造計算の流れ・3次元立体解析モデルを意識しながら、必要なデータを本設計データに整理した（**表 1.2-3**）。

表 1.2-3 本設計データに整理したデータ

		材料特性
材料	集成材、LVL、合板	E、G、F
接合具	釘、ねじ、ラグスクリュー、ボルト、・・・	K、F
接合部	柱－基礎、柱－梁、ブレース端部	K、F
組立部材	合板耐力壁、合板床、合わせ梁、ストレススキンパネル	K、F

1.3 本設計データの構成

本設計データでは、事務所や商業施設の用途・規模を対象とした中層大規模木造建築物を想定し、構造関係の実証実験データをすぐに設計に使える形で「2. データ (木質材料)」「3. データ (部位)」の章に整備した。構成を図 1.3-1 に示す。

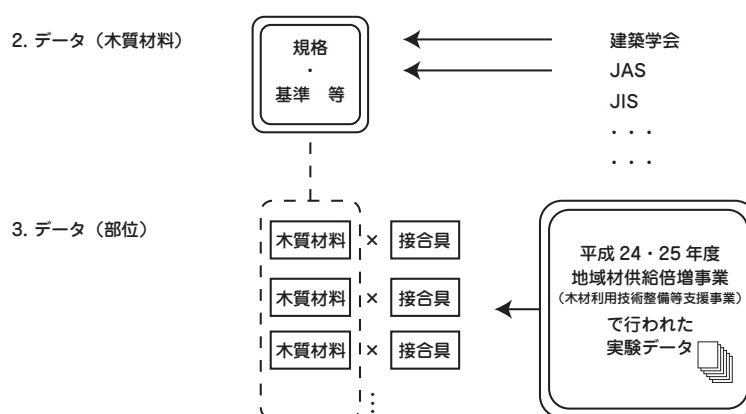


図 1.3-1 本設計データの構成

「2. データ (木質材料)」

本設計データで対象とした木質材料 (構造用集成材、単板積層材 (LVL)、構造用合板等) について、その規格や基準値の根拠を解説し、強度データ等をまとめて掲載している。現在の森林資源の実情に合った部材の強度等級や、想定する中層大規模木造建築物において必要とされ、かつ、現状の生産設備で対応可能な部材寸法についても示している。

「3. データ (部位)」

本設計データ作成に当たって実施した実証実験で得られた個別の構造設計用データを掲載している。これは、実証実験で得られた結果のエッセンスを、設計者にとって使いやすい形に整理して編集したものである。

大きく接合具 (3.1)・接合部 (3.2)・壁 (3.3)・床 (3.4) に分かれている。これらの部位にはいくつかの仕様が存在し、各仕様は①接合具・部材の解説、②データシート、③データの解説の3つのシートから構成されている (図 1.3-2)。現在の仕様の一覧を表 1.3-1 に示す。①～③には以下のような内容が示されている。

①接合具・部材の解説

対象とする接合具や部材についての解説である。使用部位や工法を説明し、寸法・樹種違いなどの場合の対応方法についても掲載している。

②データシート

今回実験を行った個々のデータについて、姿図・寸法図、適用条件、概要、接合具、問い合わせ先、理論式、計算式、モデル化、特性値、荷重変形、破壊性状のデータを掲載している。同仕様の接合具や接合部で、構造体の断面寸法が異なる場合や樹種が異なる場合等はデータシートを都度用意している。そのため各データシートで適用条件、概要等の項目の記述が重複していることもあるが、各データシート内で必要な情報が完結しているように、敢えてそのような記述方法を採用している。また、シートには載せきれない詳細な元データについては、連絡先や問い合わせ先 URL などによって最新情報の在処を示しているのも、そちらもぜひ参照していただきたい。

データシートの見方については **1.4** を参照のこと。

③データの解説

構造システム、解析方法、施工に関する注意点、破壊性状などの②データシートだけでは伝えきれない部分を文章で解説している。

なお、先述したように本設計データは今後も追加実験や情報提供等によって、種類や量を充実させていく予定である。

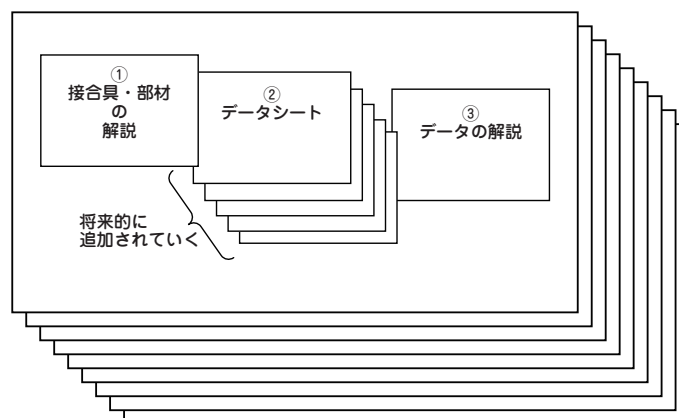


図 1.3-2 「3. データ（部位）」の構成

表 1.3-1 本設計データで示す仕様の一覧

仮 番号	INDEX		仕様等		
			木質材料	接合具	その他
1	接合具	ラグスクリューボルト (LSB)	集成材・LVL	LSB	
2		構造用ビス	集成材	ビス	
3		木栓 (シラカシ)	集成材	木栓	
4		接着剤併用ビス	LVL	ビス	
5	接合部	LSB 柱脚接合	集成材	LSB	
6		LSB 柱梁接合	集成材	LSB	
7		合わせ柱梁接合	集成材		
8		ブレース端部	集成材		
9	壁	大壁：面材耐力壁	合板		
10		真壁：面材耐力壁	LVL		
11		LSB 厚板耐力壁	LVL		
12		ブレース耐力壁	集成材		
13	床	面材床	合板		
14		ストレススキンパネル床	LVL		実大曲げ実験
15			LVL		クリープ実験

※ LSB とはラグスクリューボルト (Lugscrewbolt) の略称である。

※見え消しの仕様は、現時点 (2014 年 6 月 30 日) で作成中のため未掲載である。

1.4 「データシート」の見方

1.4.1 「データシート」リスト (pp.28 ~ 32)

3. データ (部位) ではデータシート (図 1.3-2 内の②参照) を多数掲載している。そのリスト (図 1.4.1-1) を 3. データ (部位) の先頭に掲載している。最右列に掲載頁を記しており、目次として御利用いただける。

データシートは、構造体の断面寸法や樹種が異なるだけでほぼ同じ形式の整理となっており見分けが付きにくい。そこで、それぞれのデータシートの違いが分かるように、「INDEX」「仕様」「母材の種類」「樹種」「強度」「寸法」「タイプ等」の列で区分している。なお、違いを際立たせるための表示上の工夫として、前後の行で内容が異なる場合に交互に網掛け表示を行っている。

INDEX	仕様	母材の種類	樹種	強度	寸法		タイプ等			掲載頁
					断面寸法	その他	接合具			
							種類	本数		
接合部	LSB 柱脚接合	集成材	スギ	E65-F255	240 × 600 × 1800		LSB			
		集成材	カラマツ	E95-F315	240 × 600 × 1800		LSB			
	LSB 柱梁接合	集成材	スギ	E65-F255	柱 240 × 600 × 3600 梁 180 × 600 × 2500		LSB			
		集成材	カラマツ	E95-F315	柱 240 × 600 × 3600 梁 180 × 600 × 2500		LSB			
	合わせ柱梁接合	集成材	カラマツ	E105-F300	柱 2-105 × 600 × 3400 梁 180 × 600 × 2700		木栓	シラカシφ24		
		集成材	カラマツ	E105-F300	柱 2-105 × 600 × 3400 梁 180 × 600 × 2700		木栓	シラカシφ18		
		集成材	カラマツ	E105-F300	柱 2-105 × 600 × 3400 梁 180 × 600 × 2700		長ビス	穴 リード 穴		
		集成材	カラマツ	E105-F300	柱 2-105 × 600 × 3400 梁 180 × 600 × 2700		なし	接合具なし		
	CLS 十字接合	LVL	カラマツ	90E-1 級	柱 4-38 × 300 梁 4-38 × 360		CLS			
	ブレース端部	集成材	カラマツ	E95-F270	180 × 180 × 1200	ブレース端部接合部 母材形状 a	ドリフトピン	6 × 2	φ 16	
		集成材	カラマツ	E95-F270	180 × 180 × 1600	ブレース端部接合部 母材形状 b	ドリフトピン	6 × 2	φ 16	
		集成材	カラマツ	E95-F270	2-85 × 180 × 1200	ブレース端部接合部 母材形状 a	ボルト	6 × 2		
集成材		カラマツ	E95-F270	2-85 × 180 × 1600	ブレース端部接合部 母材形状 a					
集成材		カラマツ	E95-F270・E95-F315	柱 180 × 180 × 690 梁 180 × 330 × 2700						

図 1.4.1-1 データシートリスト

1.4.2 データシート（図 1.3-2 内の②参照）

データシートの誌面イメージを図 1.4.2-1 に示す。「A. データ内容」「B. 見出し」「C. INDEX」の3つの要素で構成されている。それぞれの要素について記す。

B. 見出し

集材材/スギ/E65-F255/120×240×1500/LSB4本

C. INDEX

- 集材材
- 接合具
- 接合部
- 部組材立
- 屋根
- 柱
- 梁
- トラスレ
- 壁
- 床
- 集材材
- 「 Γ 」
- 製材
- 合板
- その他

A. データ内容

【使用材料】
母材 1500mm×120mm×240mm（スギ E65-F255）

接合具 ラグスクリーボルト

●適用条件
引張のみを伝達する接合部に使用する。せん断を受ける接合部に使用する際はラグスクリーボルトにせん断力を伝達しないようせん断キーを設ける。複数本配置する際は2d以上の接合確保し、所定の耐力低減係数を算出する。

●概要
木質ラーメン構造等で用いられる構造用集材材を用いた柱脚端部を想定している。実際の使用では、母材に埋め込まれたLSBの引き抜き抵抗によりモーメントに抵抗するため、本実験にて基礎データとしての引き抜き性能を確認している。LSBは端部にM12の雄ネジ加工が施されており、ボルトで金物と緊結する。構造物の破壊性状として、木材端部の割裂による脆性破壊を避けるため、十分な断面、縁距離を確保する必要がある。

●接合具（メーカー、入手方法等）
LSB カネシン

●問い合わせ先 URL

●理論式

$$P_{max} = \frac{\Gamma \pi R_L (E_w A_w + E_s A_s) \sinh k l}{k (E_s A_s \cosh k l + E_w A_w)} \quad (E_w A_w \leq E_s A_s) \quad \text{ここで、}$$

$$K_5 = \frac{\Gamma \pi R_L (E_w A_w + E_s A_s) \sinh k l}{k (E_s A_s \cosh k l + E_w A_w)} \quad (E_s A_s \leq E_w A_w)$$

$$K_6 = \frac{\Gamma \pi R_L (E_w A_w + E_s A_s) \sinh k l}{k (E_w A_w \cosh k l + E_s A_s)} \quad (E_s A_s \leq E_w A_w)$$

$$k = \sqrt{\Gamma \pi R_L \left(\frac{1}{E_w A_w} + \frac{1}{E_s A_s} \right)}$$

P_{max} : LSBの最大引抜き荷重、 K_5 : すべり係数
 Γ : せん断強さ、 Γ : せん断剛性係数、 E : ヤング係数
 A : 有効断面積、 l : 有効埋め込み長さ
 R_L : LSBの山径、添え字 w : 母材、添え字 s : LSB

※内容編、森研研、山崎 竜平「「グスクリューボルト」と特殊金物を用いた木質ラーメン構造の柱脚端部接合部に関する研究」日本建築学会構造系論文集、2008年4月

●モデル化

実験モデル

●特性値

	1体目	2体目	Ave.
最大耐力 Pmax[kN]	198	189	194
LSB1本あたり	49.5	47.2	48.4
初期剛性 K[kN/mm]	279	278	279
LSB1本あたり	69.8	69.5	69.6

●荷重変形

●破壊性状

- 1体目 両側で同時に木材端部の割裂
- 2体目 片側で木材端部の割裂が生じた後、逆側でも木材端部の割裂

図 1.4.2-1 データシートの誌面イメージ

「A. データ内容」について（図 1.4.2-1）

姿図・寸法、適用条件、概要、接合具、問い合わせ先、理論式、計算式、モデル化、特性値、荷重変形、破壊性状を示している。

情報が無い場合は「—」と示している。

「B.見出し」について (図 1.4.2-1)

見出しには**母材（構造体）の種類 / 樹種 / 強度 / 寸法 / タイプ等**の順にスラッシュを挟んで仕様の情報を羅列している。データシートの判別のしやすさによって「タイプ等」の記述があるものと無いものがある。

「C. INDEX」について (図 1.4.2-1)

設計者が検索する場合に、利用する INDEX を設けている。INDEX は「データの区分」「部位」「木質材料」の3つの要素で構成されている (図 1.4.2-2)。例えば、柱と梁の接合部で、母材（構造体）の種類を集成材とした場合のデータを検索したい場合には、「データの区分」の「接合部」、「部位」の「柱」と「梁」、「木質材料」の「集成材」が網掛けされているシートを選択する。

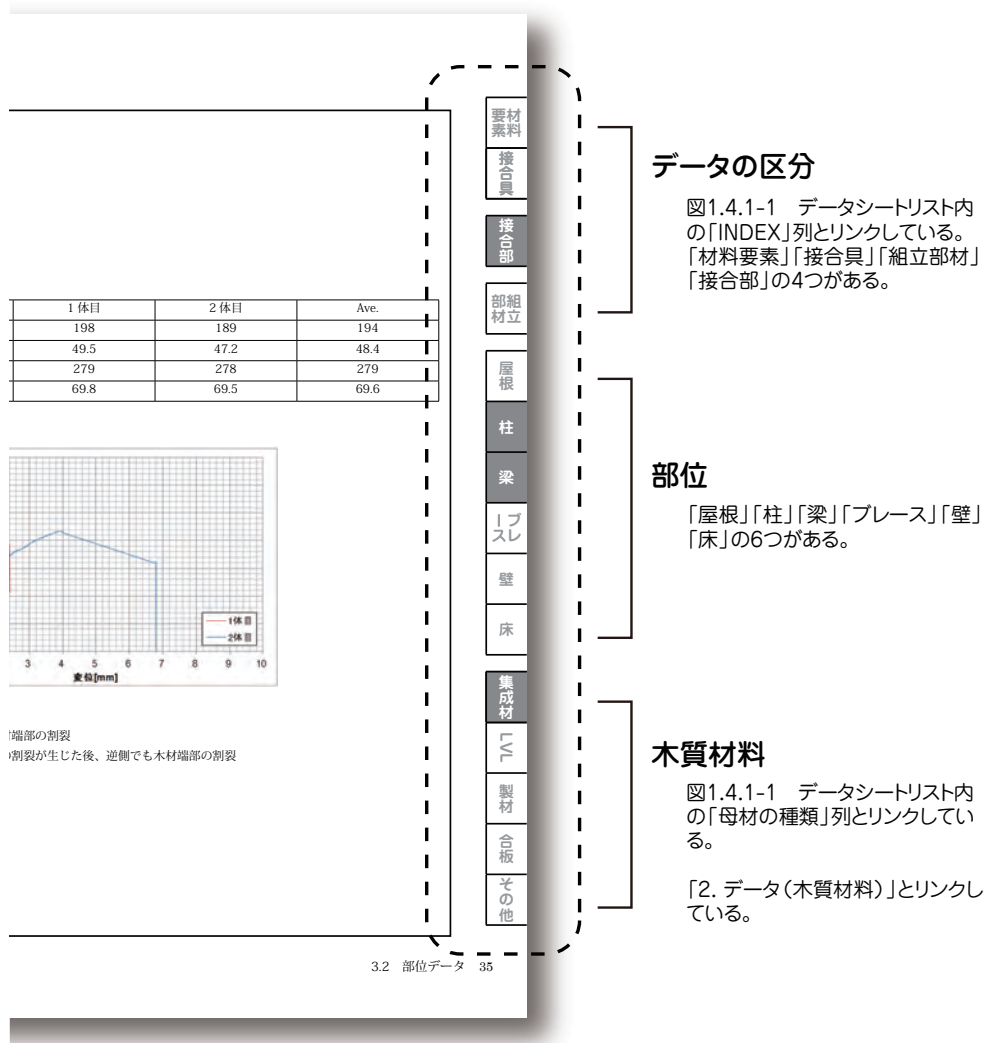


図 1.4.2-2 「C. INDEX」の構成

1.4.3 使用シーンと注意事項

1.2 本設計データの前提条件に記したように、本設計データは汎用構造解析ソフトによる3次元解析モデルでの活用を想定し、構造計算に必要なデータを整理した。このデータは設計毎に必要なデータをデータシートを部分的に抜き出して使用することを想定しており、なるべくそのページやシート内で情報が完結するように作成している。そのため、各シートには重複する内容の部分が存在する。

なお、今後のデータ整備にて加除によりページ数が増減する可能性がある。データシートを抜き出して使用し、本設計データに戻って再度確認を行う場合には、ページ番号で判別するのではなく、**図 1.4.2-1**の「B 見出し」部分で確認するなど注意していただきたい。