

正会員 ○村上 淳史*1 同 高田 恵介*3
 同 藤田 譲*2 同 川合 達哉*4
 同 本橋 聡志*3 同 蟹澤 宏剛*5

木造軸組住宅 四号建築物 プレカット
 許容応力度計算 仕様規定

1. 研究の背景・目的

建築確認申請交付件数において、例年戸建住宅の大半が該当する四号建築物が全体の 7 割前後を占めている。しかし四号建築物は建築基準法の仕様規定を満たせば一般的には許容応力度計算などによる構造安全性の検証が行われているわけではない。木造軸組住宅では仕様規定以外にも構造の品質を左右する要素があるが、既往研究¹⁾によると構造の品質が必ずしも担保されていないことが示されている。ただし許容応力度計算による検証はされていない。本研究ではプレカット工場に届く物件の図面にもとづき許容応力度計算調査することで住宅における構造面の現状を把握し、実態を明らかにする。

2. 調査対象

関東・東海地方をエリアとするプレカット工場で加工された物件から、2 階建て木造軸組住宅の四号建築物に限り、無作為に選んだ 100 件を調査対象とした。なお調査に使用した図面はプレカット工場に渡された図面とプレカット伏図をもとに許容応力度計算を行った。

3. 調査方法

3-1. 構造計算結果のデータベース化

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2008 年版)」²⁾にもとづき、構造計算ソフト (富士通エフ・アイ・ピー 株式会社製「STRDESIGN」) を使用し許容応力度計算をおこなった。

出力された構造計算書をもとにエラーを抽出し、データベース化した。エラーとは、許容応力度計算の結果、設計応力が許容応力を上回ったものである。

エラーは建築基準法に関するものと許容応力度計算にもとづくものに分類される。

建築基準法に関するエラーは、建築基準法施行令第 46 条の壁量規定を満たさないもの、平成 12 年建設省告示第 1352 号による四分割法又は偏心率の規定を満たさないものの二つとする。

許容応力度計算にもとづくエラーは、エラーが生じている箇所などに応じて、偏心率、鉛直構面、水平構面、部材、接合部の種類がある。またエラーを生じさせている荷重により長期と短期 (地震、風) に分けられる。

偏心率のエラーは短期のエラーであり、地震力および風圧力に対する偏心率が 0.3 超えているものである。

鉛直構面のエラーは短期のエラーであり、負担地震力および負担風圧力がそれぞれの鉛直構面の許容せん断耐力を上回る場合である。

水平構面のエラーは短期のエラーであり、地震時および暴風時のせん断力がそれぞれの水平構面の許容せん断耐力を上回る場合である。

部材とは梁・桁、母屋、柱、束などを指す。部材のエラーは長期、短期のエラーであり、部材の曲げ、せん断に対して設計応力が許容応力を上回った場合と梁などに生じるたわみがたわみ制限値を上回った場合である。

接合部とは梁桁の仕口・継手および柱頭・柱脚金物を指す。接合部のエラーは長期、短期のエラーであり、梁の仕口のせん断、継手の引張に対して設計応力が許容応力を上回った場合と柱頭・柱脚に対する引張力が既製品金物の許容応力を上回る場合 (短期のみ) である。

エラーの種類は表 1 とし本研究ではエラーをカウントする時、以下の方法とした。

(1) 構面のエラーは「+方向と一方向いずれかのエラー」と「両方向ともエラー」共に 1 エラーとする。

(2) エラー数とは (1) を満たし、一つの部材・接合部に複数のエラーが検出された場合、複数個のエラーをカウントした数とする。

(3) エラー箇所数とは (1) (2) を満たしたものと、構面・部材・接合部のエラーがある部位、通りをカウントした数とする (構面で同じ番付に地震・風のエラーがあった場合は 1 カウントとなる)。

表 1 エラー種類

	エラー種類	方向	荷重条件	応力の種類
構面	鉛直構面	X±Y±Y	地震・風	
	水平構面			
部材	母屋		長期・短期・風	たわみ・引抜
	梁桁		長期・短期	曲げ・たわみ・せん断
	柱			曲げ・座屈
接合部	梁仕口	X±Y±Y	長期・短期	せん断・引張
	梁継手		短期	
	柱頭金物			引抜
	柱脚金物			

4. 調査結果

4-1. 全体

壁量、偏心率、構面、部材、接合部のエラーに関して、建築基準法施行令第46条の壁量規定を満たさないもの、平成12年建設省告示第1352号による四分割法又は偏心率の規定を満たさないものが複数あった。構面、部材、接合部のエラーに関して、それぞれほぼ9割の物件にエラーが出ている。物件に偏りがあるものの、100物件全てにエラーが検出された。

4-2. 構面調査結果

4-2-1. 鉛直構面

図1に鉛直構面の階数別内訳と荷重別内訳を示す。鉛直構面エラーは1階に多く、エラー数では1階が68%あり、地震・風荷重別では共に同等の影響を与えていることがわかった。鉛直構面エラーが検出された物件は67件あり、階数別では97%にあたる65件が1階で、荷重別では地震、風ともにほぼ同数のエラーが検出された。

4-2-2. 水平構面

図2に水平構面の階数別内訳と荷重別内訳を示す。水平構面エラーは2階に多く、エラー数では2階が70%であり、地震・風荷重別では、風荷重が56%と地震よりやや多い。水平構面エラーが検出された物件は85件あり、階数別では87%にあたる74件が2階で、荷重別では98%が風でエラーが検出された。

4-3. 部材調査結果

部材の荷重条件別エラー数・検定値を表2に示す。部材エラーの95%は梁桁によるものである。長期では梁桁のたわみが、短期では梁桁の曲げのエラー数が多くなっている。長期よりも短期のエラー数が多いのは、プレカット工場で架構設計を行う際にプレカットCADに筋違や構造用合板の入力が行われず架構設計者が梁上耐力壁を考慮しないことに起因すると思われる。部材エラー数の95%を占める梁桁では、エラー箇所数がエラー数に比べ減っている(図3)。これは一ヶ所の梁桁に曲げ・たわみ・せん断のエラーが重複していることを意味している。

4-4. 接合部調査結果

接合部の荷重条件別エラー数・検定値を表5に示す。接合部エラーの93%は梁仕口のエラーである。荷重条件では短期荷重によるものが大きい。柱頭、柱脚では短期許容引張耐力35kNのホールダウン金物が普及しているため本研究では引張力が35kNを超えるものをエラーとした。

5. まとめ

本調査によって現在の四号建築物の構造品質について、建築基準法の仕様規定は満たしていても、許容応力度計算で構造安全性の検証を行うと、何らかの計算上のエラーが多く住宅に存在することがわかった。

表2 荷重条件別エラー数・検定値(部材)

		母屋		梁桁		柱		平均	合計
		たわみ	曲げ	たわみ	せん断	座屈			
長期	エラー数	2	114	153	1	0			270
	検定値	1.46	1.22	1.36	1.22	0.00		1.32	
短期	エラー数	2	281	167	20	12			482
	検定値	1.40	1.38	1.40	1.13	1.14		1.29	

表3 荷重条件別エラー数・検定値(接合部)

	梁仕口		柱頭金物	柱脚金物
	長期	短期	短期	短期
	せん断	せん断	引抜	引抜
エラー数	85	267	6	20
検定値平均	1.24	1.33	1.25	1.19

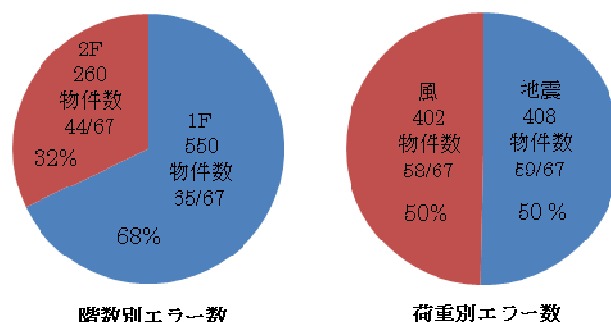


図1 鉛直構面エラー種別内訳

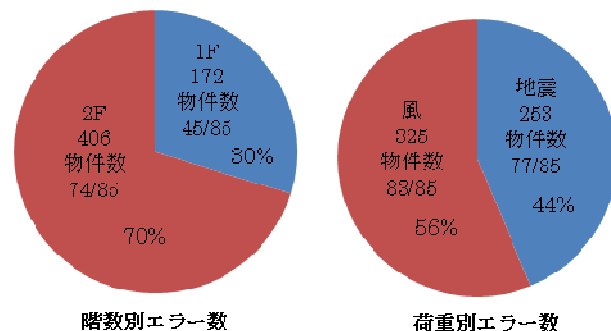


図2 水平構面エラー種別内訳

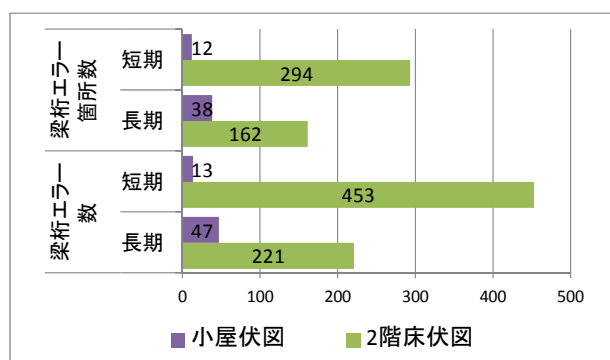


図3 梁桁エラー数・箇所別集計

【参考文献】

- 1) 里見奈帆ほか「プレカットを用いた木造軸組住宅(四号建築物)の現状に関する研究 その1〜その3」日本建築学会大会学術講演梗概集、pp587-592、2011.8
- 2) 「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008年版)」(財)日本住宅・木材技術センター

*1 村上木構造デザイン室

*2 中国木材株式会社プレカット技術部

*3 芝浦工業大学大学院工学研究科 建設工学専攻

*4 株式会社大林組

*5 芝浦工業大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)

*1 Murakami Wood Structure Design

*2 Chugoku Lumber Co.,Ltd

*3 Graduate School of Eng., SHIBAURA Institute of Technology

*4 Obayashi Corporation

*5 Prof., SHIBAURA Institute of Technology, Dr.Eng.

正会員 ○藤田 譲*1 同 高田 恵介*3
 同 村上 淳史*2 同 川合 達哉*4
 同 本橋 聡志*3 同 蟹澤 宏剛*5

木造軸組住宅 四号建築物 プレカット
 許容応力度計算 エラーチェック図 構造レビュー

1. 研究の背景・目的・対象

前稿において 2 階建て木造軸組住宅の四号建築物では、建築基準法の仕様規定は満たしていても、許容応力度計算で構造安全性の検証を行うと、何らかの計算上のエラーが多く住宅に存在することがわかった。本稿では、許容応力度計算のエラーが発生した箇所を可視化し、要因分析を行うことで、設計時に四号建築物でも許容応力度計算をしなくても構造安全性の担保された設計ができるような仕組みの基礎的資料となることを目的とする。尚、許容応力度計算による構造安全性の検証を行った 100 物件を調査対象とする。

2. 調査方法

2-1. エラーチェック図の作成

柱・梁などの各部材や接合部、水平・鉛直構面にかかる長期・短期荷重等で生じたエラーを種類ごとに色分けして各階伏図に書き込み、エラーの箇所(以下エラー箇所とする)を可視化したエラーチェック図を作成する(図 1)。

2-2. 構造レビューによるエラー要因の検討

許容応力度計算上のエラーの要因分析を構造レビューと呼び、エラーチェック図と構造計算書やその他の図面をもとに、複数の木構造設計者によって構造レビューを行った。個々のエラーに対し構造計算書および伏図から構造的な問題点を把握し、計算書および提供された図面から構造上の要因を抽出し「構造要因項目」としてまとめた。構造要因項目を長期、短期の要因に分類したものが表 1 である。

3. 調査結果

3-1. 構面調査結果

3-1-1. 鉛直構面

エラーを荷重別及び階数別にみた構造要因割合を図 2、図 3 に示す。荷重別では耐力壁量不足が最も多く、次いで梁上耐力壁、耐力壁配置不適切など耐力壁による要因が 9 割を示す。階数別では 1 階に耐力壁量不足が多く見られ、2 階よりも 1 階への耐力壁配置の配慮が不足していることが窺える。ここで耐力壁量不足とは許容応力度計算における耐力壁量が不足していることで、梁上耐力壁とは梁上耐力壁により剛性低減されていることによりエラーがでているものを示す。耐力壁配置不適切とは耐力壁の配置に偏りがあるものを示す。

表 1 構造要因項目

長期要因	短期要因
柱間崩れ	梁上耐力壁
二次梁(等分布荷重)	二次梁(等分布荷重)
二次梁(集中荷重)	二次梁(集中荷重)
小屋裏外壁荷重	柱間崩れ
小屋裏積載荷重	連層高倍率
小屋裏内壁荷重	梁組不良
屋根荷重(集中荷重)	下屋奥行1P未満
ルーフバルコニー積載荷重	母屋下がり
オーバーハング	スパン大
仕口断面不足	耐力壁線間距離大
はねだし大	耐力壁量不足
外壁荷重	耐力壁不足
下屋荷重	耐力壁配置不適切
妻壁荷重	十字交点
梁組不良	2階UB
スパン大	重ね梁
	バルコニー床剛性不足
	突出部出1P未満
	突出部幅不足
	突出部吹抜け
	オーバーハング
	吹抜け
	梁上耐力壁低減による
	火打ち不足
	屋根勾配5寸超え
	勾配天井
	1P未満の耐力壁
	仕口断面不足
	立面不整形
	耐力壁低減率大(+方向別)
	水平構面剛性不足

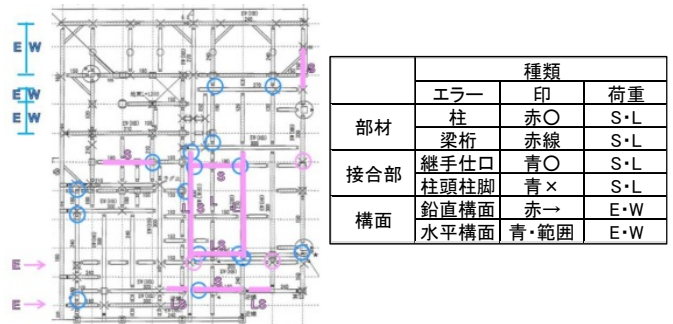


図 1 エラーチェック図

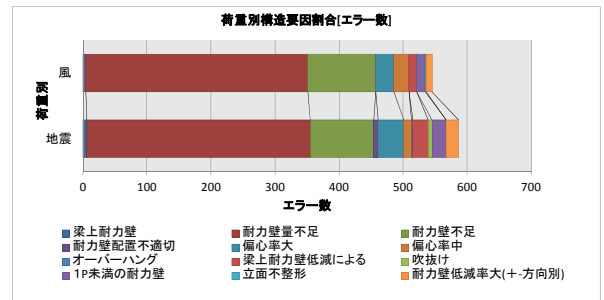


図 2 荷重別構造要因割合 (鉛直構面)

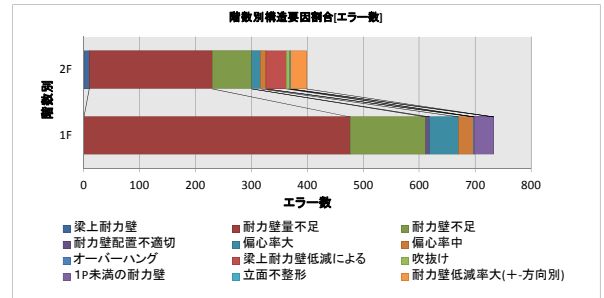


図 3 階数別構造要因割合 (鉛直構面)

3-2-2. 水平構面

エラーを荷重別及び階数別にみた構造要因別割合を図 4、図 5 に示す。構造要因の中で最も多いのは火打ち不足と屋根勾配 5 寸超えである。また吹抜けや勾配天井、水平構面剛性不足など屋根形や吹抜けに関する要因が約 7 割を占める。また荷重別よりも階数別に耐力壁量不足の傾向が見られた。1 階よりも 2 階の方が水平構面に対する影響が大きいので小屋組みに配慮が必要であることがわかった。ここで火打ち不足とは火打梁が不足していることによりエラーが出ているものを指し、屋根勾配 5 寸超えとは屋根勾配が 5 寸を超えることで屋根面の許容せん断耐力が下がりエラーがでているものを示す。

3-3. 部材

エラーの構造要因項目内訳を図 6 に示す。長期要因は上階の荷重に関する外壁荷重、小屋裏積載荷重、妻壁荷重、内壁荷重、屋根荷重と架構に関する十字交点、二次梁を合わせると 9 割にのぼる。また短期要因の 9 割が梁上耐力壁である。ここで外壁荷重、小屋裏積載荷重、妻壁荷重、内壁荷重、屋根荷重とはそれぞれの荷重が梁に大きくかかっていることを指す。十字交点とは十字交点仕口により断面欠損が大きいことを指し、二次梁とは大梁や柱の荷重を受けている梁においてエラーがでているものを示す。

3-4. 接合部

エラーの構造要因項目内訳を図 7 に示す。長期要因は上階の荷重に関する外壁荷重、小屋裏積載荷重と柱間崩れ、仕口断面不足を合わせると 7 割となる。また短期要因は梁上耐力壁と柱間崩れの 2 つで 8 割を超える。ここで柱間崩れとはモジュールから柱がずれていることによりエラーがでているものを指し、仕口断面不足とは蟻仕口や胴差仕口の断面が不足していることを示す。

4. まとめ

本調査によって四号建築物を許容応力度計算し、計算結果をエラーチェック図で可視化し、エラーの要因分析をすることで、設計時に構造安全性に影響がある項目を明らかにすることができ、構造計算をしなくても構造の品質担保ができる設計手法開発の基礎的資料となった。

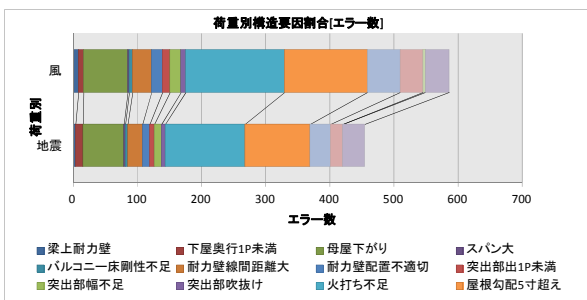


図 4 荷重別構造要因割合 (水平構面)

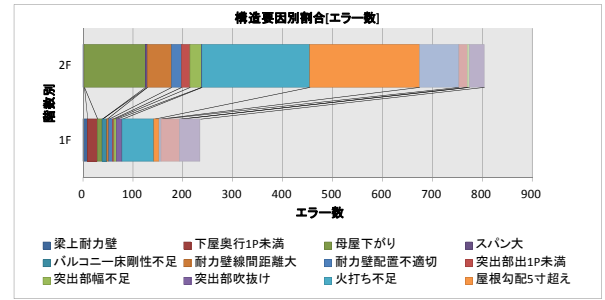


図 5 階数別構造要因割合 (水平構面)

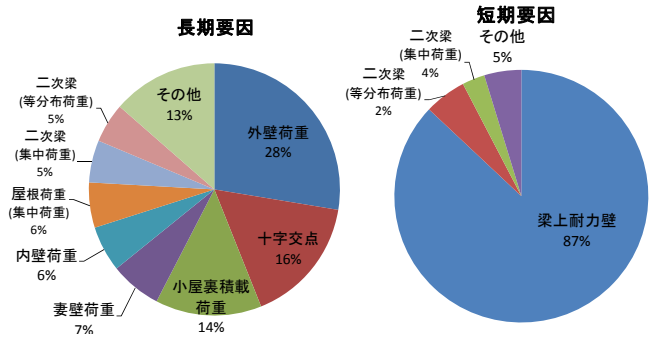


図 6 部材エラーの構造要因項目内訳

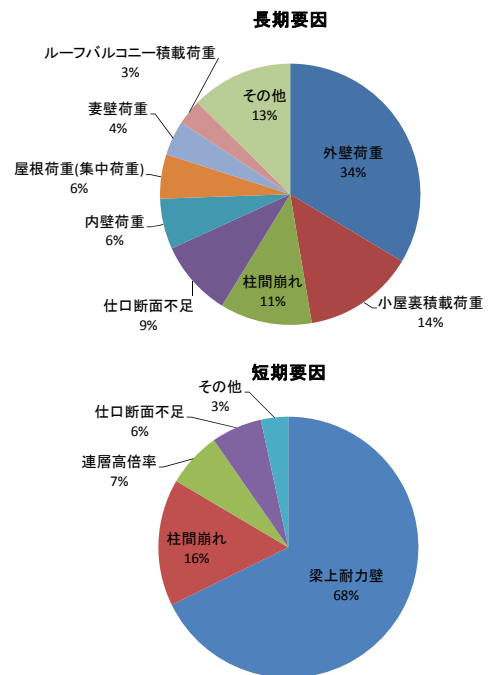


図 7 接合部エラーの構造要因項目内訳

【参考文献】

- 1) 里見奈帆ほか「プレカットを用いた木造軸組住宅(四号建築物)の現状に関する研究 その1~その3」日本建築学会大会学術講演梗概集、pp587-592、2011.8
- 2) 「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2008 年版) (財) 日本住宅・木材技術センター

*1 中国木材株式会社プレカット技術部
 *2 村上木構造デザイン室
 *3 芝浦工業大学大学院工学研究科 建設工学専攻
 *4 株式会社大林組
 *5 芝浦工業大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)

*1 Chugoku Lumber Co.,Ltd
 *2 Murakami Wood Structure Design
 *3 Graduate School of Eng., SHIBAURA Institute of Technology
 *4 Obayashi Corporation
 *5 Prof., SHIBAURA Institute of Technology, Dr.Eng.