2×4CADの構造チェックシステム開発

ネットイーグル

ネットイーグル（福岡市、祖父江久好社長）は、2×4CADに対応する構造チェックシステムを開発した。スパン表に当てはまらない構造計画を検討する際、部材が荷重に耐えられるかどうかを確認できるシステムで、構造の安全を確保しながら設計の自由度を高められる。3階建てなどに必要な水平力（地震力や風圧力）を加味した計算ができるソフトも現在開発中だ。構造のチェック機能を高めることで、設計負担を減らし、プレカット工場の構造設計への取り組みを後押しする。

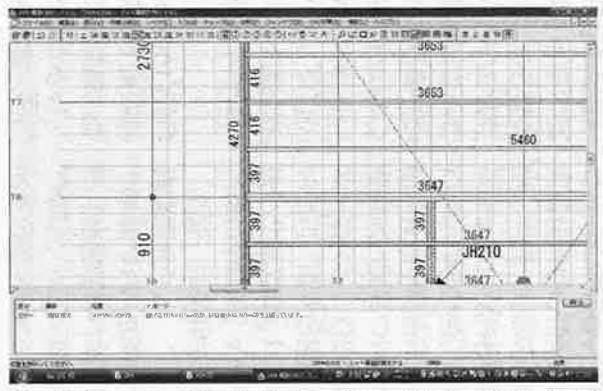
スパン表から外れた構造計画に対応

材料の種類が少なく、設計ルールが明確な2×4住宅はルールどおりに構造計画を検討すれば構造の安全性を確実に担保できる利点がある。戸建て分譲や貸家でのシェアが高い理由の一つはそこにあるが、設計上の制約はそれだけ多く、自由設計の注文住宅などで構造計画がスパン表から外れる場合には構造計算で安全性を確認する必要がある。

部材の強度が足りない場合、軸組ならスパン表で梁背を増やせば対応できるが、梁背をめられることになる。

荷重計算で断面強度を判定

今回開発した構造チェックシステムは、プレカットの加工データから荷重を自動計算し、部材の断面応力（曲げ、せん断、たわみ）が許容値に対し適切かどうかを判定する。スパン表の開設―」「07年枠組壁工法建築物構造計算指針」「02年枠組壁工法建築物スパン表」「枠組壁工法建築基準法、同施行令及び関連告示、



床梁・床根太の検討

2階床根太	S3010	S-P-F　甲種枠組材 1 級　210（38 × 235）　L＝4064 mm
荷重分担図		応力図

部材情報			計算条件	
部材位置	●X3●Y0～●X3Y5		寸法効果係数（Kz）	曲げ　Kz＝0.66
スパン長	2730 mm			せん断　Kz＝1
勾配	－		システム係数（Kw）	床根太　Kw＝1
断面積	A＝38 x 235＝8930 mm2（89.3 cm2）			
断面係数	Z＝349750 mm3（349.75 cm3）			
断面２次モーメント	I＝41096600 mm4（4109.66 cm4）			
基準強度	曲げ	Fb＝ 22.2 N/mm2		
	せん断	Fs＝ 1.8 N/mm2		
	ヤング係数	E ＝ 10000 N/mm2		

	始点	終点	部位	長さ m	単位荷重 N／m2	負担巾 m	荷重 N／m
w1	Y2	Y5	2階床	2.73	640	0.46	291
			2階積載	2.73	1800	0.46	819
w2	●Y0	Y2	2階床	1.37	750	0.46	341
			2階積載	1.37	1800	0.46	819
P1	●Y0		2階壁ユニット				328

［一般長期常時］
・支点反力
Ra＝ 3987（N）
Rb＝ 956（N）

●曲げに対する検討
曲げモーメントを求める。
・支点区間の曲げモーメントを求める。
M11＝1025（N・m）・・・単純梁の計算による
M21＝0（N・m）
・持ち出し部分の曲げモーメントを求める。
$M12 = \frac{-wL2^2}{4}$ ＝ -541（N・m）
$M22 = \frac{-wL2^2}{2}$ ＝ -1081（N・m）
$M13 = \frac{-PL2}{2}$ ＝ -224（N・m）
M23＝-PL2＝-448（N・m）
M1＝M11＋M12＋M13＝ 270（N・m）
M2＝M21＋M22＋M23＝ -1529（N・m）
Mmax＝1529（N・m）
曲げ応力度を求める。
$\sigma = \frac{Mmax}{Z} = \frac{1529000}{349750}$ ＝ 4.38（N／mm2）
長期許容曲げ応力度
［許容曲げ応力度×寸法効果係数（Kz）×システム係数（Kw）］
8.14 × 0.66 × 1 ＝ 5.53（N／mm2）
【判定】
4.38 ≦ 5.53　　OK

●せん断に対する検討
せん断力を求める。
・支点区間のせん断力を求める。
Q11＝1516（N）・・・単純梁の計算による
Q21＝0（N）
・持ち出し部分のせん断力を求める。
$Q12 = \frac{wL2^2}{2L1}$ ＝ 396（N）
Q22＝-wL2＝-1584（N）
$Q13 = \frac{PL2}{L1}$ ＝ 164（N）
Q23＝-P＝-328（N）
Q1＝Q11＋Q12＋Q13＝ 2076（N）
Q2＝Q21＋Q22＋Q23＝ -1912（N）
Qmax＝2076（N）
せん断応力度を求める。
$\tau = \frac{1.5Qmax}{A} = \frac{1.5 \times 2076}{8930}$ ＝ 0.35（N／mm2）
長期許容せん断応力度
［許容せん断応力度×寸法効果係数（Kz）］
0.66 × 1 ＝ 0.66（N／mm2）
【判定】
0.35 ≦ 0.66　　OK

●たわみに対する検討
たわみ量を求める。
・支点間中央のたわみを求める。
δ11＝0.24（cm）・・・単純梁の計算による
$\delta 12 = -\frac{wL1^2L2^2}{32EI}$ ＝ -0.13（cm）
$\delta 13 = -\frac{PL1^2L2}{16EI}$ ＝ -0.06（cm）
・持ち出し部分のたわみを求める。
$\delta 21 = -\frac{wL1^3L2}{24EI}$ ＝ -0.32（cm）
$\delta 22 = \frac{wL2}{E1}\left[\frac{L2^3}{8} + \frac{L1L2^2}{6}\right]$ ＝ 0.46（cm）
$\delta 23 = \frac{PL2}{3EI}(L1L2+L2^2)$ ＝ 0.21（cm）
δ1＝δ11＋δ12＋δ13＝ 0.05（cm）
δ2＝δ21＋δ22＋δ23＝ 0.35（cm）
長期たわみは変形増大係数を乗じる。
δ＝0.35×2＝0.7（cm）
長期たわみ量制限値
$\frac{L}{250} = \frac{273}{250}$ ＝ 1.09（cm）
【判定】
0.7 ≦ 1.09 かつ 2　　OK

CADで出力した構造計算書

変えられない2×4は合わせ梁や集成梁に変えるか間取りを変えるほかない。軸組からの

今回開発した構造チェックシステムは、プレカットの加工データを活用するため、計画変更に伴う荷重の再計算も合理的に対応でき、断面図上で材料の配置や変更ができる断面図編集機能を使えば荷重の流れを視覚的に確認できる。

2×4が軸組プレカットの戦略アイテムに

同社の2×4CAD／CAMシステムは木造軸組の羽柄材加工機や特殊加工機、合板加工機など既存の設備で加工できるため、木造軸組プレカットの新たなアイテムとして導入するケースが増えている。プレカット率が飽和状態に達したことや設備投資が一巡して加工対応による差別化が難しくなっていること、住宅市場の縮小で競合が激化していることなどが背景にあり、今後も一段と増えることが予想されている。

CAD／CAMは単能機に比べ生産性が高く、これまでは生産体制を整えれば大手の賃貸住宅会社向けを中心にある程度は先行者利益を享受できた。だが、CAD／CAM工場同士の競合も増えてくる今後は、新たな提案による注文住宅市場の開拓が不可欠になる。

例えば、木造軸組住宅の受注で他社と競合した場合に、単純に単価を下げて利幅を薄めるより、資材市況によっては軸組から2×4に切り替えたほうがコストが安くなるケースもある。軸組と2×4のどちらにも対応できるプレカット工場なら市況に応じてコストの安い工法を提案でき、確定したプランがスパン表から外れた場合にもCADで構造計算できれば根拠のある形で提案できる。

求められる設計品質

ネットイーグルは、かねて伏図を確定するプレカット工場が構造設計を手掛ける設計サポートセンター構想を推進している。設計段階で構造計画を検討する2×4の場合はもとと軸組のような伏図の手直しは少ないが、住宅生産の合理化を図るためには設計からの一貫体制が不可欠と考えるからだ。2×4の場合は建て方も熟練した技術が不要なため、設計ができればプレカットによる建て方までの責任施工体制が構築できる。

最近は木造軸組の構造躯体に2×4の小屋組を組み合わせるハイブリッド設計なども増えており、様々な形で生産革新も見込める。ただ、設計品質を最終的に担保するのは使い手の技能。設計者にはCADだけに頼らない技術の修練が求められている。

判断ミスがあればエラー表示で知らせる

2×4 CAD／CAMシステム
OPEN-NET 2×4F
軸組CAD/CAM～2×4CAD/CAMへ発展、
全自動2×4プレカット&シージング機械化を実現！
さらに…
次代は、軸組と2×4のハイブリッド化へ！

ネットイーグル株式会社　URL：http://www.neteagle.co.jp/

NET EAGLE

■本社
〒819-0001
福岡県福岡市西区小戸3-54-50
TEL：050-3536-5961（IP電話）
FAX：092-882-7556

■中部テクノセンター
〒483-8213
愛知県江南市古知野町朝日165番地ナガタニビル3階
TEL：050-3538-0221（IP電話）
FAX：0587-53-8830

■東京CADセンター
〒108-0014
東京都港区芝4丁目3番7号エムジー田町ビル2階
TEL：050-3537-8851（IP電話）
FAX：03-5443-3800