

## 【論文】

片廊下型中高層マンションの構造計画と  
鉄筋量、鉄骨量、コンクリート量の比較

藤岡 和拓\* 立石 妙子\*\* 河村 博之\*

The Comparison of Structural Planning and Amount of Iron, Concrete  
for mid to high rise housing

Kazuhiro FUJIOKA Taeko TATEISHI Hiroyuki KAWAMURA

**Abstract :** Amount of structural materials is regarded as one of the standards to express earthquake resistance. A purpose of this report is to make the data of amount of structural materials to check input errors of the structural calculation and the forgery of structural calculation sheets in a mid to high rise housing. In this report, we varied the mid to high rise housing to 18 types of models about standard floor areas, number of stories, the number of the spans, shape of a column, and have performed the seismic design by earthquakeproof calculations route 3, that is horizontal load-carrying capacity calculation, and have calculated the amount and the cost of structural materials per a square meter of each buildings. From these data, we have compared between the structural design and the cost of structural materials.

**Keywords:** mid to high rise housing, horizontal load carrying capacity  
amount of structure materials, material cost

## 1. はじめに

2005年11月17日、国土交通省は、構造計算書偽造事件を公表した。その後、国土交通省は、構造計算書偽造事件の再発防止に向け、建築士法、建築基準法、建設業法の改正を閣議決定した(2006年10月24日)。3法を改正することで、建築確認の審査を厳格化し、偽装の罰則の強化を図る。改正案として一定規模以上の建物は構造専門家《特定構造建築士(仮称)》による構造計算適合性判定(ピアチェック)の審査を行うことなどが盛り込まれることになっている。今回の偽装事件において国土交通省は、㎡当りの構造材料の数量が少ない物件を問題視していた。

\* 九州産業大学工学部建築学科

\*\* 東和大学工学部環境デザイン工学科

このように構造材料の数量は、耐震性の有無や、構造計算の入力ミスをチェックすることが出来る尺度のひとつと考えられている。

そこで本研究では、中高層マンションの構造計算の入力ミスや構造計算書偽造の有無をチェックするための、構造材料の数量の根拠となるべき資料を作ることを目的として、マンションの一戸当りの専有部分が20坪(2LDKを想定)、30坪(3LDKを想定)の2タイプについての、階数、Y方向スパン数、柱形状を変化させた、表-1に示すような計18ケースの中高層マンションについて、保有水平耐力設計を行い、㎡当りの各種構造材料の数量および材料費を求め、設計条件によりどの程度の相違があるかを検討し、比較する。

2. 検討条件

2-1 検討建物

検討建物の共通仕様として、用途は集合住宅、階高は梁下有効 2.1m、スパンはX方向 5 スパンとし、地域係数  $Z = 1.0$  とした。基礎形式は、GL - 15m 以深の N 値 60 以上を支持層とする場所打ちコンクリート杭を仮定する。表-1 に検討対象建物の概要を示し、図-1~図-4 に、一戸当りの専有部分が 20 坪および 30 坪の基準階平面図、基準階伏図を示し、図-5 ~図-10 に 5 階 20 坪・30 坪軸組図を示す。

2-2 検討方針

各建物は、耐震計算ルート 3 による耐震設計を行う。その際、5 階 RC 造有壁ラーメンは、面積(20 坪・30 坪)、Y 方向スパン数(戸境壁の中間に柱を設置)、柱形状を変化させ、10 階・15 階 SRC 有壁ラーメンは、階数、面積、柱形状を変化させる。設計手順は、はじめに表-1 に示す柱・梁断面条件と、表-2 に示す設計クライテリアを満足するような断面設計を行い、

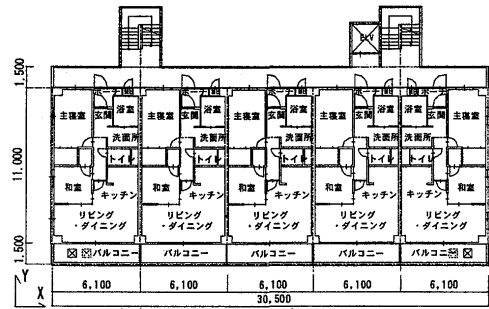


図-1 20坪基準階平面図

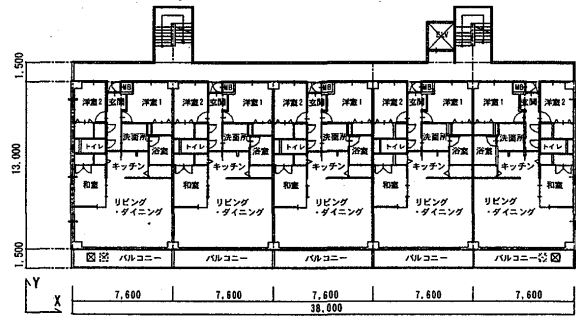


図-2 30坪基準階平面図

表-1 対象建物概要

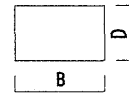
設計例記号	主体構造	階数	専有部分 (1戸) (㎡/坪)	基準階 面積 (㎡)	スパン X方向	延床 面積 (㎡)	階高 (m)	軒高 (m)	塔状 比	スパン		柱形状
										Y方向		
20-5-1-長(変化)	RC	5	66/20	339.9	5	1699.5	2.8	14.0	1.27	1	長方形(柱幅変化)	
20-5-2-長(一定)										2	長方形(柱幅一定)	
20-5-1-正(変化)										1	正方形(柱幅変化)	
20-10-1-長(一定)	SRC	10	66/20	339.9	5	3399.0	2.75	28.6	2.60	1	長方形(柱幅一定)	
20-10-1-長(変化)							2.95				長方形(柱幅変化)	
20-10-1-正(変化)							2.75				長方形(柱幅一定)	
20-15-1-長(一定)	SRC	15	66/20	339.9	5	5098.5	2.75	43.7	3.97	1	長方形(柱幅変化)	
20-15-1-長(変化)							3.00				正方形(柱幅変化)	
20-15-1-正(変化)							2.75				長方形(柱幅一定)	
30-5-1-長(変化)	RC	5	99/30	501.6	5	2508.0	2.86	14.3	1.10	1	長方形(柱幅変化)	
30-5-2-長(一定)										2	長方形(柱幅一定)	
30-5-1-正(変化)										1	正方形(柱幅変化)	
30-10-1-長(一定)	SRC	10	99/30	501.6	5	5016.0	2.75	29.4	2.26	1	長方形(柱幅一定)	
30-10-1-長(変化)							3.00				長方形(柱幅変化)	
30-10-1-正(変化)							2.75				正方形(柱幅変化)	
30-15-1-長(一定)	SRC	15	99/30	501.6	5	7524.0	2.80	45.2	3.48	1	長方形(柱幅一定)	
30-15-1-長(変化)							3.10				長方形(柱幅変化)	
30-15-1-正(変化)							2.80				正方形(柱幅変化)	

凡例  
 ↑ 20 坪  
 ↑ 5 階  
 ↑ 1 スパン数  
 ↑ 梁間方向  
 ↑ 長 柱形状※1  
 ↑ (一定) 柱幅  
 ↑ X方向

※1 柱形状  
 長：長方形  
 正：正方形

【柱・梁断面条件】

①長方形柱条件  
 $B \geq D + 20$  (cm)



②柱幅 (B) 条件

$h_0 / B \geq 2.0$   
 $h_0$  : 柱内法長さ

③梁成 (D) 条件  
 RC 造 :  $D \geq \ell / 10$   
 SRC 造 :  $D \geq \ell / 12$   
 $\ell$  : スパン長

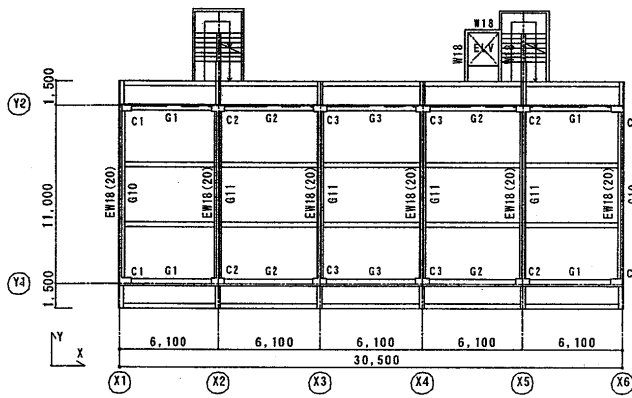


図-3 20坪基準階伏図

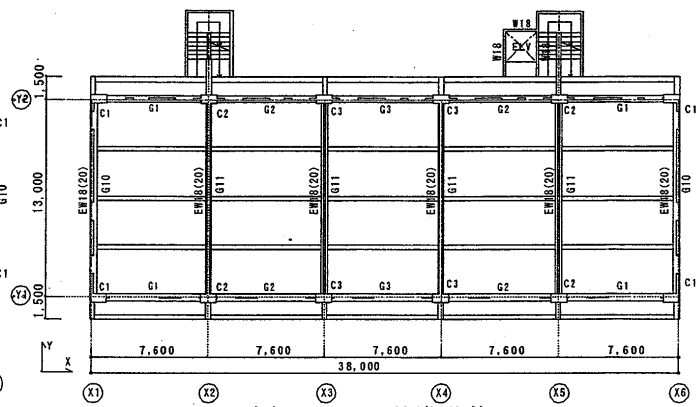


図-4 30坪基準階伏図

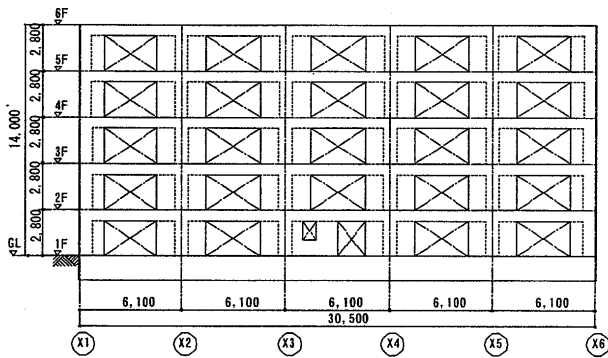


図-5 Y1通り軸組図 (5階20坪)

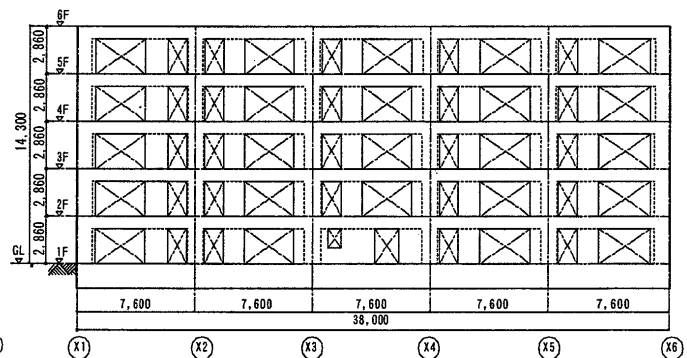


図-6 Y1通り軸組図 (5階30坪)

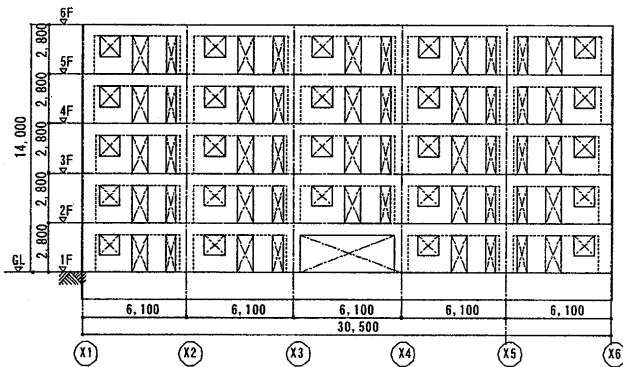


図-7 Y2通り軸組図 (5階20坪)

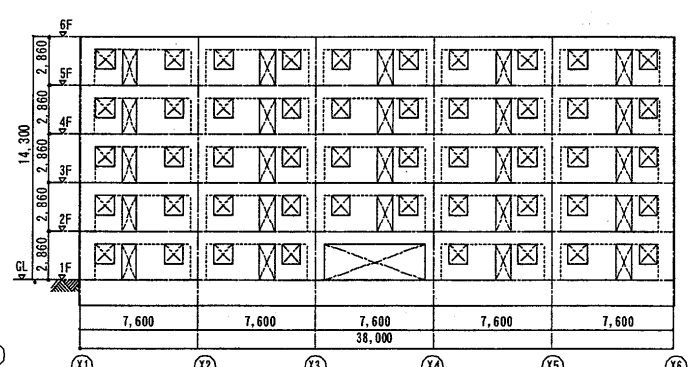


図-8 Y2通り軸組図 (5階30坪)

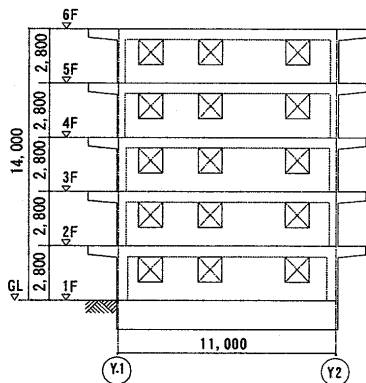


図-9 X1通り軸組図 (5階20坪)

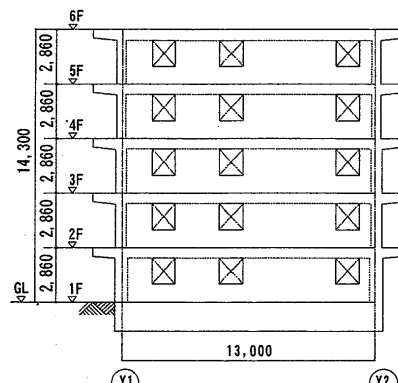


図-10 X1通り軸組図 (5階30坪)

次にそれぞれのケースについてのm<sup>2</sup>当りのコンクリート、鉄筋、鉄骨の数量および材料費を算出する。

2-3 諸仮定

1) 解析プログラム

解析には、ユニオンシステム株式会社の『Super Build/SS2 Ver2.05』を使用した。

2) 荷重

床及び壁の固定荷重を、表-3、表-4 のように設定した。また ELV・屋外階段の荷重は、地震用追加重量にのみ算入した。

3) 解析条件

- ・荷重増分法によるひび割れを考慮した静的弾塑性解析を行い、保有水平耐力を算出した。
- ・高さ方向の水平外力分布は、Ai 分布とした。解析方向は、X・Y 方向の 2 方向について、左→右、右→左とした。
- ・柱、梁は曲げ、せん断、軸変形を考慮し、両端に剛域を考慮した線材に置換した。耐震壁はエレメント置換とした。部材耐力は、『建築物の構造規定』構造計算における技術慣行の終局強度算定式により算出した。
- ・X 方向壁には、壁板の両側(垂直方向)と壁脚部分(水平方向)の 3 辺に構造スリットを設けた。腰壁・たれ壁・袖壁の剛性は考慮しない。

4) 材料強度

コンクリート強度は、24N/mm<sup>2</sup>を使用した。鉄筋は、D19 以上の場合 SD345 とし、D10~D16 の場合は SD295 を使用した。柱鉄骨は、1~10 階まで SM490A、10~15 階は SS400 とし、梁鉄骨は、X 方向梁を SM490A、Y 方向梁を SS400 とした。

2-4 積算条件

積算では、『建築数量積算基準』に従いコンクリート、鉄筋、鉄骨の数量を算出する。また、材料費の積算を行うことで、断面および配筋を変更した場合の費用がどのように変動するかを検討する。各構造材料の単価は、積算資料の福岡県に設定した。

3. 検討結果

3-1 保有水平耐力

表-5 に Qu/Qun (最小値) を示す。X 方向の Qu/Qun は、1.0~1.05 を目標とした。5 階 RC 造の場合、柱・梁断面は 2 次設計での Qu/Qun で決まったので、Qu/Qun は 1.0 に近い値に調整できた。しかし 10 階 15 階 SRC 造の場合、X 方向の Qu/Qun は 1.0~1.15 となり、目標 Qu/Qun を超えた設計例も見られた。この理由としては、10 階 15 階 SRC 造の柱・梁断面は、1 次

設計における許容応力度で決まった設計例が多々あり、目標 Qu/Qun を超える結果となった。

3-2 部材断面

各々の設計例における柱、梁、壁、床の代表断面を表-6~表-11 に示す。壁断面は、各階毎の 20 坪及び 30 坪タイプにおいては、共通の壁厚、配筋とし、床断面においては、全ての設計例で共通の床厚、配筋とした。表-8 に示す 30-15-1-長(変化)の一階柱は、表-1 の柱・梁断面条件では許容応力度を満たせず、下層のみ正方形柱を許容した。

表-2 設計クライテリア

1 次設計	許容応力度以下
2 次設計	保有水平耐力 ≥ 必要保有水平耐力
Ds (RC 構造)	0.3 (X 方向) 0.4 (Y 方向)
Ds (SRC 構造)	0.25 (X 方向) 0.35 (Y 方向)
降伏機構 (X 方向)	2 階以上の梁両端と 1 階柱脚・最上階柱頭の曲げ降伏による全体崩壊形
降伏機構 (Y 方向)	耐震壁の曲げ降伏による全体崩壊形
曲げの余裕率	柱 1.2 以上(引張側柱を除く)
せん断の余裕率	梁 1.1 柱 1.2 壁 1.1
限界層間変形角	1/100

表-3 床スラブ厚および床固定荷重

用途	屋根	居室	1 階居室	屋外階段
床厚 (mm)	150	150	150	150
仕上げ (N/m <sup>2</sup> )	1910	600	450	1250

表-4 壁固定荷重

用途	外壁 (X 方向)	外壁 (Y 方向)	内壁 (Y 方向)
壁厚 (mm)	180 or 200	180 or 200	120
仕上げ (N/m <sup>2</sup> )	1400	1400	800

表-5 Qu/Qun(最小値)

設計例記号	Qu / Qun	設計例記号	Qu / Qun
	(X, Y)		(X, Y)
20-5-1-長(変化)	1.00, 1.25	30-5-1-長(変化)	1.00, 1.25
20-5-2-長(一定)	1.00, 1.25	30-5-2-長(一定)	1.01, 1.25
20-5-1-正(変化)	1.00, 1.25	30-5-1-正(変化)	1.01, 1.25
20-10-1-長(一定)	1.09, 1.41	30-10-1-長(一定)	1.08, 1.40
20-10-1-長(変化)	1.05, 1.40	30-10-1-長(変化)	1.04, 1.40
20-10-1-正(変化)	1.01, 1.40	30-10-1-正(変化)	1.00, 1.30
20-15-1-長(一定)	1.14, 1.36	30-15-1-長(一定)	1.12, 1.37
20-15-1-長(変化)	1.07, 1.36	30-15-1-長(変化)	1.06, 1.36
20-15-1-正(変化)	1.05, 1.36	30-15-1-正(変化)	1.02, 1.36

表-6 柱代表断面 (20坪5・10・15階)

設計例 記号	20-5-1- 長(変化)	20-5-2- 長(一定)	20-5-1- 正(変化)	20-10-1- 長(一定)	20-10-1- 長(変化)	20-10-1- 正(変化)	20-15-1- 長(一定)	20-15-1- 長(変化)	20-15-1- 正(変化)
1階									
B×D	800×550	700×500	700×700	900×550	900×550	800×800	1000×850	1000×850	950×950
主筋(X方向)	10-D25	10-D25	12-D25	4-D25	4-D25	8-D29	8-D29	8-D29	8-D32
主筋(Y方向)	4-D22	4-D22	4-D22	4-D13	4-D13	4-D13	4-D13	4-D13	4-D13
フープ	4-2-D13@80	4-2-D13@90	4-2-D13@70	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100
鉄骨	----	----	----	650×300 ×12×25	650×300 ×12×25	550×250 ×12×28	750×350 ×14×28	750×350 ×14×28	700×350 ×14×28

表-7 梁代表断面 (20坪5・10・15階)

設計例 記号	20-5-1- 長(変化)	20-5-2- 長(一定)	20-5-1- 正(変化)	20-10-1- 長(一定)	20-10-1- 長(変化)	20-10-1- 正(変化)	20-15-1- 長(一定)	20-15-1- 長(変化)	20-15-1- 正(変化)
2階									
B×D	400×700	350×610	400×700	500×850	500×850	500×850	550×900	550×900	550×900
上筋	8-D25	7-D25	8-D25	3-D29	3-D29	3-D29	3-D29	4-D29	3-D29
下筋	7-D25	6-D25	7-D25	2-D29	2-D29	2-D29	2-D29	2-D29	2-D29
スタラップ	4-D10@125	3-D10@100	4-D10@125	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250
鉄骨	----	----	----	600×250 ×9×19	600×250 ×9×19	600×250 ×12×22	650×300 ×12×25	650×300 ×12×25	650×300 ×12×25

表-8 柱代表断面 (30坪5・10・15階)

設計例 記号	30-5-1- 長(変化)	30-5-2- 長(一定)	30-5-1- 正(変化)	30-10-1- 長(一定)	30-10-1- 長(変化)	30-10-1- 正(変化)	30-15-1- 長(一定)	30-15-1- 長(変化)	30-15-1- 正(変化)
1階									
B×D	1050×650	800×650	840×840	950×600	950×600	900×900	1050×1050	1050×1050	1050×1050
主筋(X方向)	10-D25	12-D25	14-D25	4-D25	4-D25	8-D32	8-D29	8-D32	8-D29
主筋(Y方向)	4-D22	4-D22	4-D22	4-D13	4-D13	4-D13	4-D13	4-D13	4-D13
フープ	4-2-D13@60	4-2-D13@70	4-2-D13@60	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100	2-2-D10@100
鉄骨	----	----	----	700×350 ×16×36	700×350 ×16×36	650×300 ×16×32	800×400 ×19×40	800×400 ×16×36	800×400 ×19×40

表-9 梁代表断面 (30坪5・10・15階)

設計例 記号	30-5-1- 長(変化)	30-5-2- 長(一定)	30-5-1- 正(変化)	30-10-1- 長(一定)	30-10-1- 長(変化)	30-10-1- 正(変化)	30-15-1- 長(一定)	30-15-1- 長(変化)	30-15-1- 正(変化)
2階									
B×D	450×760	350×760	450×760	550×900	550×900	550×900	600×1000	600×1000	600×1000
上筋	9-D29	5-D29	8-D25	2-D29	2-D29	2-D29	4-D32	3-D32	3-D32
下筋	8-D29	5-D29	8-D25	2-D29	2-D29	2-D29	2-D32	2-D32	2-D32
スタラップ	4-D10@100	3-D10@150	4-D10@125	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250	4-D10@250
鉄骨	----	----	----	650×300 ×12×25	650×300 ×12×25	650×300 ×12×25	750×350 ×14×25	750×350 ×14×28	750×350 ×14×28

表-10 壁代表断面

設計例 記号	5階20・30坪	10階20・30坪	15階20・30坪	
1階	壁厚	180	180	200
	配筋	D13-@200W	D13-@200W	D13-@150W

表-11 床代表断面

	短辺方向		長辺方向	
	両端	中央	両端	中央
床厚	150		150	
配筋	D13-@200	D13-@200	D13-@300	D13-@300

3-3 m<sup>2</sup>辺りの各種構造材料の数量

表-12 に各設計例のm<sup>2</sup>当りの各種構造材料の数量、材料費の各値を、図-11~図-13 にm<sup>2</sup>当りの各種構造材料の数量、材料費をそれぞれ示す。本研究の結果を、以下の視点からそれぞれ比較する。

1) 階数が異なる場合の比較

20坪タイプを5階、10階、15階と変化した場合の材料費は、5階に対して、10階では約30%増加し、15階では約48%増加した。30坪タイプを5階、10階、15階と変化した場合の材料費は、5階に対して、10階では約37%増加し、15階では約55%増加した。

2) 専有部分の坪数が異なる場合の比較

5階20坪タイプは、5階30坪のタイプに比べ、材料費が約10%増加し、10階20坪タイプは、10階30坪のタイプに比べ、約4%の増加、15階20坪タイプは、15階30坪のタイプに比べ、約6%増加した。

3) Y方向のスパン数が異なる場合の比較

5階20坪タイプの場合、Y方向を2スパンにすると、材料費は5%増加した。5階30坪タイプの場合、逆に材料費は2%減少した。

4) X方向の柱幅が異なる(一定・変化)場合の比較

X方向柱幅を一定にしたタイプは、柱幅を変化させるタイプと比べると、材料費が1~2%増加した。

5) 柱形状が異なる(長方形・正方形)場合の比較

柱形状が長方形のタイプと、正方形柱のタイプの材料費は同程度となった。

参考文献

- 1) 神田 順他：地震荷重を変動させた時の各種建設費について、日本建築学会大会学術講演梗概集, pp15-16, 1994,9
- 2) 藤原 吉幸他：地震荷重を変化させた場合の中高層住宅の試設計 その1~その8、日本建築学会大会学術講演梗概集, pp91-106, 1997,9
- 3) (財) 建築コスト管理システム：建築数量積算基準・同解説
- 4) (財) 経済調査会：2005 積算資料 8月号
- 5) (財) 日本建築センター：1997年版建築物の構造規定-建築基準法施行令第3章の解説と運用-
- 6) (社) 日本建築学会：1999 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-
- 7) (社) 日本建築学会：2001 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説-許容応力度設計と保有水平耐力-

表-12 m<sup>2</sup>当りの各種構造材料の数量、材料費

設計例記号	専有部分 (坪)	コンクリート (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	鉄筋 (kg/m <sup>2</sup> )	鉄骨 (kg/m <sup>2</sup> )	材料費 (千円/m <sup>2</sup> )
20-5-1-長(変化)	20	0.58	79.1	0.0	¥11.1
20-5-2-長(一定)		0.60	84.6	0.0	¥11.7
20-5-1-正(変化)		0.58	77.6	0.0	¥11.1
20-10-1-長(一定)		0.56	65.3	42.5	¥14.7
20-10-1-長(変化)		0.56	65.4	42.5	¥14.7
20-10-1-正(変化)		0.57	67.0	40.8	¥14.7
20-15-1-長(一定)		0.57	67.0	63.7	¥16.9
20-15-1-長(変化)		0.57	67.0	60.8	¥16.7
20-15-1-正(変化)		0.58	67.7	58.6	¥16.7
30-5-1-長(変化)	30	0.54	73.2	0.0	¥10.4
30-5-2-長(一定)		0.54	70.3	0.0	¥10.2
30-5-1-正(変化)		0.55	71.7	0.0	¥10.4
30-10-1-長(一定)		0.51	63.1	42.0	¥14.1
30-10-1-長(変化)		0.51	63.1	42.0	¥14.1
30-10-1-正(変化)		0.52	64.7	40.8	¥14.1
30-15-1-長(一定)		0.52	57.4	59.1	¥16.0
30-15-1-長(変化)		0.52	57.3	57.8	¥15.9
30-15-1-正(変化)		0.53	57.7	56.7	¥15.9

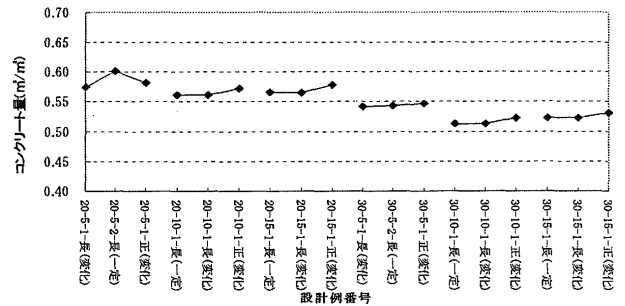


図-11 m<sup>2</sup>当りのコンクリート量

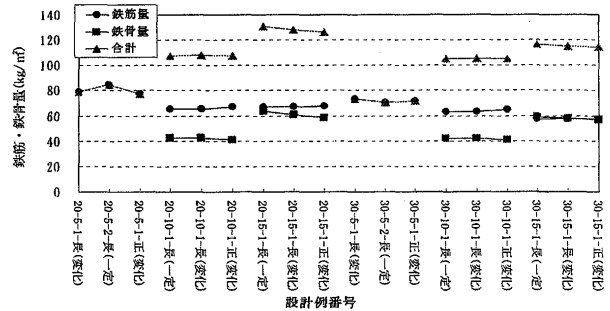


図-12 m<sup>2</sup>当りの鉄筋量、鉄骨量

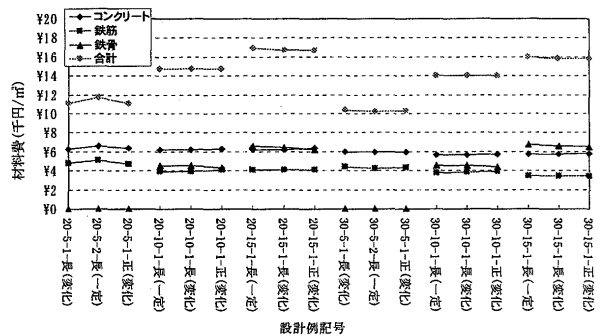


図-13 m<sup>2</sup>当りの材料費