

(55) PC構造物のコストスタディ
 場所打ちPC構造とプレキャストPC構造の比較研究

近畿大学理工学部 講師 正会員 ○ 田中茂樹*¹
 近畿大学理工学部 教授 工学博士 正会員 須賀好富*²

1. はじめに

躯体数量は建物の種々の条件によって影響される。本研究の目的は、プレキャストプレストレストコンクリート構造(以下プレキャスト構造という)と場所打ちプレストレストコンクリート構造(以下PC構造という)との構造コストの比較研究を行うことである。一般にプレキャスト構造はPC構造より高価といわれているが、最近の労務事情からPC構造の構造コストが上昇するにつれ、プレキャスト構造のコストがどこまでPC構造に近づくは興味ある問題である。

ここで定めた各工事の単価比はコンクリート工事(1m³の材工とも単価)を基準として、それとの比率で下記の通りとする。

型枠工事	0.5	(m ³ /m ²)
鉄筋工事	10.0	(m ³ /t)
PC構造のPC工事	100.0	(m ³ /t)
プレキャスト工事	10.0, 12.0, 14.0	(m ³ /m ³)
ダブルTスラブ	0.8	(m ³ /m ²)

プレキャスト工事について 3種の単価比を考慮したのは、PC構造との構造コスト比較において、プレキャスト工事の単価の変動の影響を調べるためである。

2. 対象とした建物

図-1に示すごとく、x方向は1スパン(タイプIという)と2スパン(タイプIIという)の2種類とする一方、y方向は無限に連続しているものとし、構造計算・積算はその1ユニットについて行う(図-1ハッチ部分)。またプレキャスト構造の床スラブは、ダブルTスラブ(以下DTスラブという)の上にトップコンクリートを打つ。また両方向のはりとは柱はすべてプレキャスト部材で構成される。設計条件を以下に示す。

- (1) 平面 タイプI、タイプII
- (2) x方向スパン
 - タイプI $L_x = 7.5 \sim 25.0$ m
($l_{x1} = 7.5 \sim 25.0$ m)
 - タイプII $L_x = 15.0 \sim 50.0$ m
($l_{x2} = 7.5 \sim 25.0$ m)

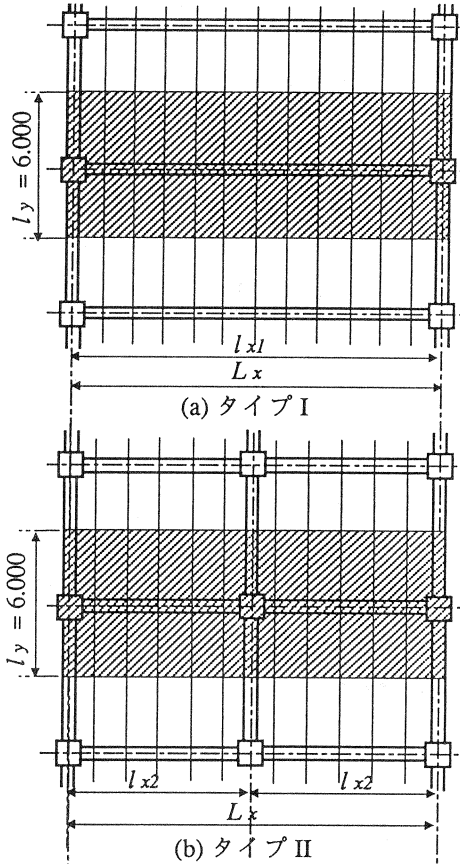


図-1. はり伏図

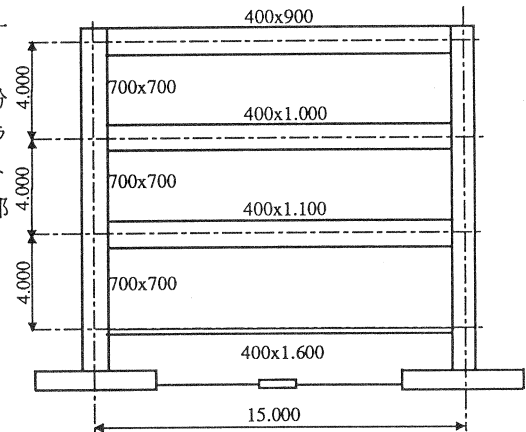


図-2. 標準建物の軸組図

- (3) y方向スパン $l_y = 6.0\text{m}$ 一定
- (4) 階数 $n = 2 \sim 4$
- (5) 床荷重 $w = 0.6, 0.8, 1.0 \text{ t/m}^2$
(床のD.L.とL.L.との和)
- (6) 階高 $h = 3.5, 4.0, 4.5 \text{ m}$
- (7) 耐震壁なし
- (8) 許容地耐力 $f_e = 15\text{t/m}^2$ (長期)
- (9) 使用材料

プレキャスト部材	FC 400
D Tスラブ	FC 500
場所打ちコンクリート	FC 240
主筋	SD 345
せん断補強筋	SD 295
	または高強度せん断補強筋
P C鋼より線	SWPR7B
P C鋼異形棒A	26φ、32φ

3. 柱・はりの断面寸法

計算した建物の柱・はりの断面の大きさとして、最小構造コストに近い柱・はり断面の組み合わせを求めた。図-2に計算されたプレキャスト構造の最適断面の一例を示す。

4. 標準建物の設定

構造コストと数量の性状の比較検討が容易なように、標準建物を設定し、それとの比率を求め構造コストを分析する。標準建物(図-2 プレキャスト構造でタイプI)の諸量は下記の通りである。

- (1) スパン $L_x = l_{x1} = 15.0\text{m}$
- (2) $n = 3$ (階建)
- (3) $w = 0.8 \text{ (t/m}^2\text{)}$
- (4) $h = 4.0 \text{ (m)}$

標準建物の結果をまとめると次のようになる。

- (1) コンクリート量(床面積当り)
 - プレキャスト部材 $C/A = 0.33 \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{)}$
 - 場所打ちコンクリート量 $C/A = 0.09 \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{)}$
- (2) 場所打ちコンクリート型枠量(床面積当り)
 - $F/A = 0.50 \text{ (m}^2\text{/m}^2\text{)}$
 - (プレキャスト部材除く)
- (3) 鉄筋量(床面積当り)
 - $R/A = 23.1 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- (4) P C鋼材量(床面積当り)

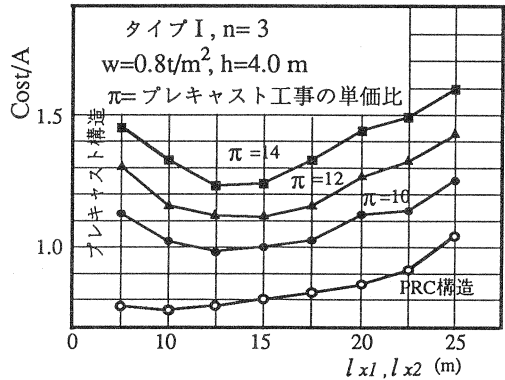


図-3. スパンと等価コスト比

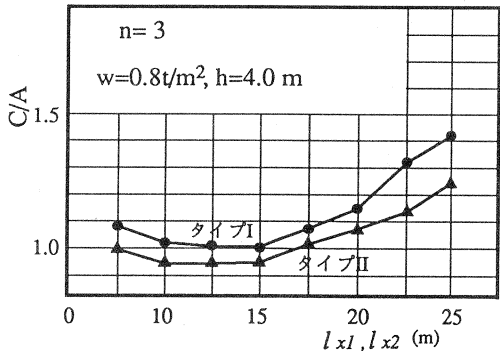


図-4. スパンとコンクリート量

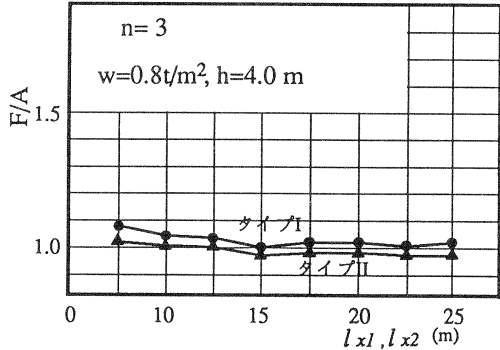


図-5. スパンと型枠面積

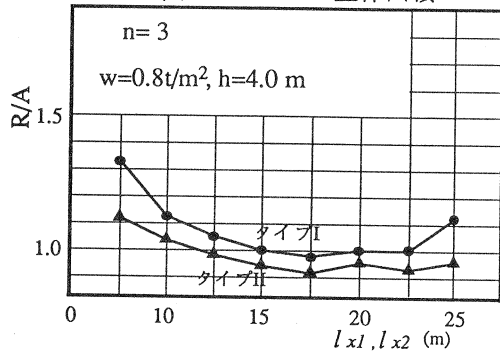


図-6. スパンと鉄筋量

$$P/A = 15.4 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

(5) プレキャスト工事単価比 10.0 (m³/m³)

(6) 等価コスト (床面積当り)

$$\text{Cost}/A = 2.94 \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{)}$$

5. 計算結果

5.1 スパンの影響

図-3は、スパンと等価コストの関係を示す(タイプI、 $n=3$ 、 $w=0.8$ 、 $h=4.0$ の場合)。これによるとプレキャスト構造の等価コストはタイプIは12.5mを最小点とする2次曲線となっている(ここでは図示していないがタイプIIも同じ傾向である)。一方PC構造もプレキャスト構造の構造コスト性状とよく似たものとなっておりプレキャスト構造より構造コストは小さい。

図-4はプレキャスト構造の単位床面積当りコンクリート量(C/A)を示す。図-3の等価コストと同じ傾向を示し、タイプIはタイプIIよりコンクリート量が多い。

図-5はプレキャスト構造の単位床面積当り型枠量(F/A)を示す。型枠量はスパンが増加してもほぼ一定の値を示している。またタイプIはタイプIIより型枠量が多い。

図-6はプレキャスト構造の単位床面積当り鉄筋量(R/A)を示す。両タイプとも、17.5mを最小点にしており、両タイプとも類似の傾向を示すが、これは、PC鋼材量とも関係することである。

図-7はプレキャスト構造の単位床面積当りPC鋼材量(P/A)を示す。スパンの増加につれてP/Aは急激な増加を示しタイプIはタイプIIよりPC鋼材量が多い。すなわち、スパンが大きくなるとPC鋼材量を多く必要としている。図-8、9、10はプレキャスト構造の単位コンクリート量当り型枠量、鉄筋量、PC鋼材量(F/C、R/C、P/C)を示す。型枠量、鉄筋量は減少傾向を示す。断面が大きくなると、コンクリート量の増加の割に、型枠量、鉄筋量が増加しないことを示している。一方、PC鋼材量は大きい断面に対し、PC鋼材を多量必要としていることが図-10より明らかである。

5.2 階数、荷重、階高の影響

図-11は階数と等価コスト(タイプI、 $L_x = \ell_{x1} = 15.0$ 、 $w=0.8$ 、 $h=4.0$)、図-12は荷重と等価コスト(タイプI、 $L_x = \ell_{x1} = 15.0$ 、 $n=3$ 、 $h=4.0$)

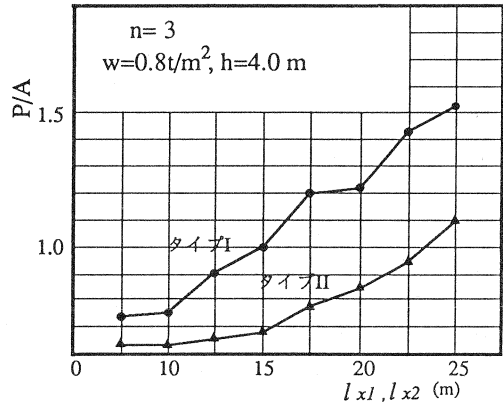


図-7. スパンとPC鋼材量

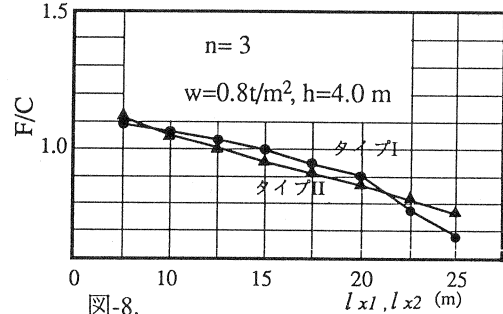


図-8.

スパンと単位コンクリート量当り 型枠面積

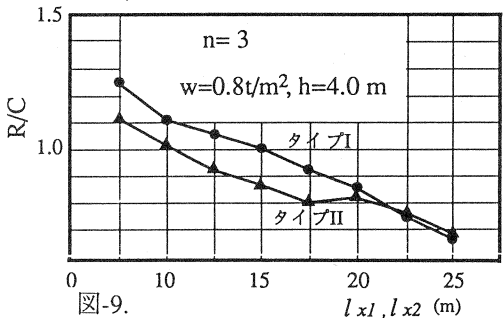


図-9.

スパンと単位コンクリート量当り 鉄筋量

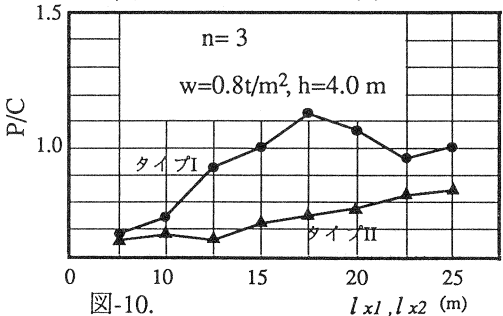


図-10.

スパンと単位コンクリート量当り PC鋼材量

図-13は階高と等価コスト(タイプI、 $L_x = \ell_{x1} = 15.0$ 、 $n = 3$ 、 $w = 0.8$)の関係を示す。階数の増加により、等価コストは一次的に増加している。また荷重、階高についても同じ傾向を示している。

5.2 重回帰分析

以上のことから、プレキャスト構造の構造コストは、スパンを除いてほぼ一次的に増加傾向を示しているので、重回帰分析を行い等価コストとして下式が得られた。

(ℓ_{x1} 、 ℓ_{x2} が15.0m以上の場合のみについて記す)。

タイプI ($\ell_{x1} \geq 15.0$ m, プレキャスト工事単価比=10)

$$\text{Cost}/A = 0.06 \ell_{x1} + 0.17n + 1.38w + 0.11h + 0.08$$

$$(R_1 = 0.96 \quad R_1 : \text{重相関係数}) \quad (1)$$

タイプII ($\ell_{x2} \geq 15.0$ m、プレキャスト単価比=10)

$$\text{Cost}/A = 0.05 \ell_{x2} + 0.27n + 1.00w + 0.19h - 0.20$$

$$(R_2 = 0.99 \quad R_2 : \text{重相関係数}) \quad (2)$$

この(1)、(2)式から建設の初期段階における概算の構造コストの把握が可能となる。

6. まとめ

プレキャスト構造の工事費はPC構造に比べ、高価であるが、品質向上、工期短縮に利点が見出せ、今後広く使われることが考えられる。またPC構造の構造コストに近づけるためには、今後以下のような構造が考えられるが、これは今後の課題として残っている。

- ① 床スラブは場所打ちコンクリートとする。
- ② 一方向のはりのみプレキャスト構造とし、他方向のはりは場所打ちRC構造とする。

参考文献

- ① 田中茂樹・須賀好富・井坂英樹
COST STUDY OF BUILDING STRUCTURE
CIB INTERNATIONAL SYMPOSIUM, SYDNEY
PP294~305, 1990.3
- ② 田中茂樹・須賀好富・井坂英樹
建築構造物のコストスタディ
-各種構造形式のコスト比較-
日本建築学会大会学術講演梗概集
PP683~684, 1990.10

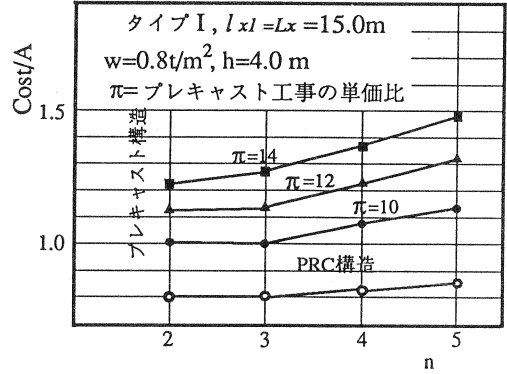


図-11. 階数と等価コスト比

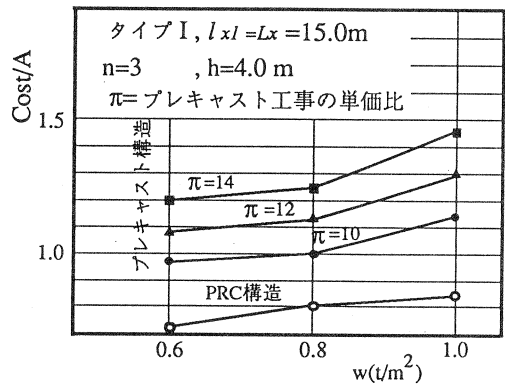


図-12. 荷重と等価コスト比

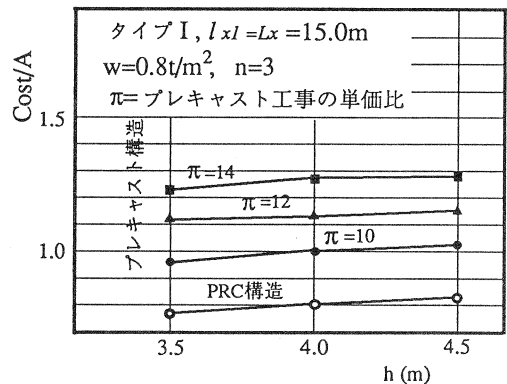


図-13. 階高と等価コスト比