

## ミッコースラブ工法の研究

松 本 信 二  
内 山 義 次  
塩 谷 清 人  
河 村 宗 夫

## § 1. はじめに

オーストラリアの大手建設会社の1つであるシビル・アンド・シビック(Civil & Civic)社は、鉄筋コンクリートラーメン構造の建物のシステム化された工法であるプログレッシブ・ストレンクス工法(Progressive Strength Method)を開発した。この工法では、鉄筋と型枠をプレハブ化して現場でコンクリートを打設する。工期短縮・省力・品質向上などに大きな効果があり、オーストラリアでは多くの実績がある。

この工法をわが国でも実施できるようにするために、一連の試験施工や構造実験が行なわれ、技術的には問題のないことが確認されている<sup>1)</sup>。しかし、建築法規・設計規準などの問題があり、完全な形での本工法の実施はまだなされていない。

そこで、本工法のもっとも重要な部分の1つである床部分の施工法を取出して、1つの床工法として開発・推進することになり、新たにミッコー(MICCO)スラブ工法と名づけられた。床工法だけ取出した場合、法規上の問題もほとんどなく、どのような種類の建物にも適用することができる。すなわち、オリジナルなプログレッシブ・ストレンクス工法が鉄筋コンクリート造の建物のみを対象にしているのに対し、ミッコースラブ工法は鉄筋コンクリート、造鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨造などあらゆる構造の建物に適用することができる。

ミッコースラブ工法をわが国で実用化するためには、その主要部材である鉄筋トラスとプラスチック製の型枠を国産化することが前提となる。そのために、メーカーサイドで種々の努力がなされ、今では完全に国産化することができるようになった。ミッコースラブの設計・施工の実績も着実に増加し、1つの床工法として定着しつつある。

本報では、ミッコースラブに関し行なってきた構造上および施工上の検討について、その概要を報告する。

なお、構造的検討のうち、鉄筋トラス溶接部の強度実

験は中央ビルト工業で、鉄筋トラスの曲げ実験は当研究所で、ミッコースラブの強度実験は東京工業大学黒正研究室でそれぞれ実施した。

§ 2. ミッコースラブ工法の概要<sup>2)</sup>

本工法では、スラブを平行なリブの付いた、いわゆるリブスラブとして設計する。そのリブの部分の鉄筋として、トラス状に加工したものを使用する。この鉄筋トラスをミッコートラスという。このミッコートラスを大ばりと大ばりの間に架け、ミッコートラスの下には吊りボルトでソフィットといわれる底板を取付ける。そのソフィットの上にコファーフォームというプラスチック製の型枠をのせ、最後にスラブの溶接金網を敷き並べる。ミッコースラブの概要を図-1に、標準断面を図-2に、ミッコートラスの形状を図-3に、コファーフォームの形状を図-4に示す。

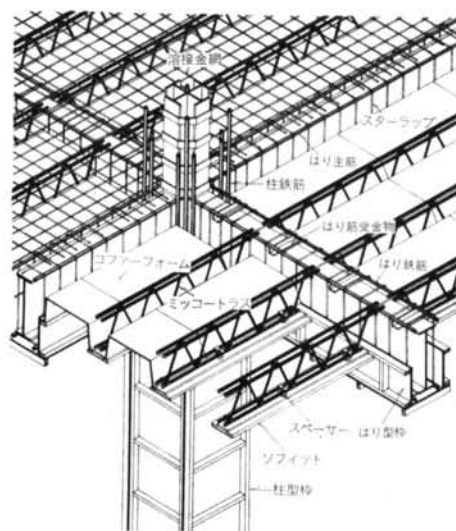
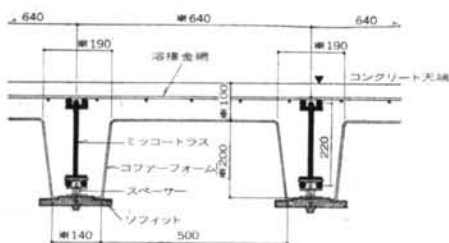


図-1 ミッコースラブの概要 (SRC造の場合)



※印寸法は計画によって決まる。

図-2 ミッコースラブの標準断面

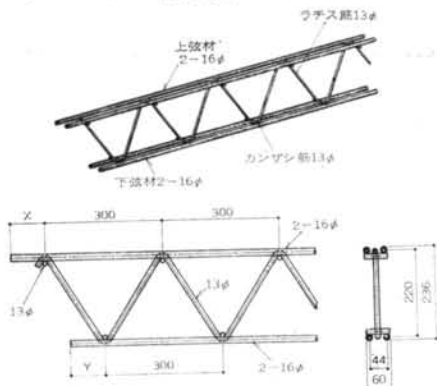


図-3 ミッコートラスの形状・寸法

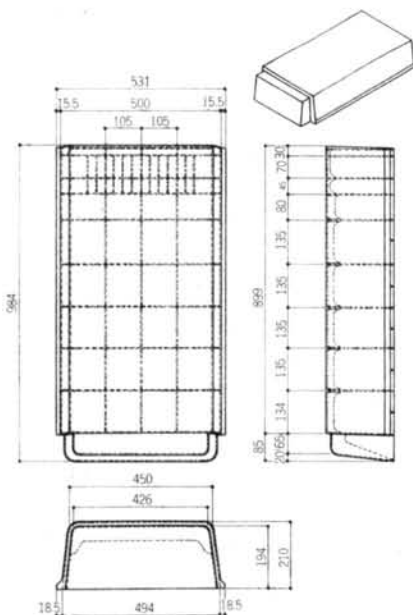


図-4 コファーフォームの形状・寸法

施工時の床の自重や施工荷重は、すべてミッコートラスで支持されることになるので、仮設の支柱を使用する必要がない。ミッコートラスは施工時の支保工の役目をしながら、スラブの補強筋にもなるわけである。

ミッコートラスは断面が標準化されており、工場で作

続的に自動生産される。したがって、寸法精度が非常に高く、溶接部の信頼性も高い。断面形状は一定であるが設計に応じて自由に長さを決めることができ、必要なむくりを付けることができる。鉄筋としてはSR24のコイル筋を約8%伸長して使用しており、溶接は電気抵抗溶接である。重量は約9kg/mである。

コファーフォームはABS樹脂製であり、重量は約5kg/個で非常に軽い。形状は1種類のみであり、必要に応じて補助型枠を使用する。コファーフォームは脱型も容易で、約40回の転用が可能である。ソフィットは木製で、工事ごとに製作する。

本工法の主な特徴は、次のとおりである。

(1)ミッコートラスは品質が安定しており、施工中に床筋が乱れたりすることがない。したがって、構造的な信頼性が高い。

(2)コンクリートの自重はトラスで支持されるので、スラブに曲げひび割れが発生しにくい。

(3)鉄筋・型枠のプレハブ化により現場での作業工数が減り、しかも熟練工を必要としない。

(4)支柱を用いる必要がないので、型枠存置期間を短縮することができ、工期の大幅な短縮が可能である。また支柱が不要であるから、型枠の組立て・解体が容易であり安全である。階高の大きい建物では特に有効である。

(5)型枠材を有効に転用することができ、残材の片付け・清掃も減少する。

### § 3. ミッコートラスの構造的検討<sup>3)</sup>

#### 3.1 ミッコートラス溶接部の強度

ミッコートラスには2種類の溶接部がある。すなわち(1)弦材とかんざし筋、(2)かんざし筋とラチス筋の各溶接部であり、これらはすべて電気抵抗溶接されている。

各溶接部の強度を確認するために表-1に示す3種類の試験を行なった。各試験の結果も表-1に同時に示しておく。試験1および2は弦材とかんざし筋の溶接部に関するものである。それぞれ、せん断強度および引張強度を試験することができる。試験3はかんざし筋とラチス筋の溶接部の引張強度試験である。しかし、試験2および3では溶接部の強度よりもかんざし筋やラチス材の強度の方が小さいので真の溶接部強度は確認できない。かんざし筋やラチス筋が破壊する以前に、溶接部が破壊することはないということを確認できるだけである。

後で述べるトラスの曲げ試験の結果によれば、トラスのせん断強度は1.38tである。そのとき弦材とかんざし

試験項目	加力方法	試験回数	破壊荷重 P (ton)	破壊モード
1 弦材-かんざし筋 せん断		120	最大 3.79	せん断破壊
			最小 2.62	
			平均 3.18	
2 弦材-かんざし筋 引張		10	最大 9.37	かんざし筋の変形またはラチス筋の破断
			最小 7.49	
			平均 8.45	
3 ラチス筋-かんざし筋 引張		80	最大 3.39	かんざし筋の変形またはラチス筋の座屈
			最小 2.79	
			平均 3.08	

表一1 ミッコートラス溶接部の強度試験結果

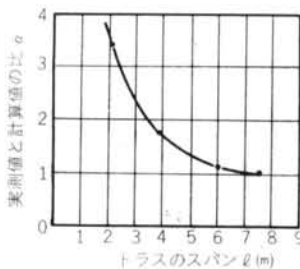
筋の溶接部が受けるせん断力は0.94tであり、試験1の結果と比較すると、2.5倍以上の安全率があることがわかる。試験2の結果も、せん断強度1.38tに対して2.5倍以上の安全率があることを示している。試験3はトラスのせん断強度試験をやっているのと同じことになる。しかし、左右対称の試験体であり、中央部かんざし筋の回転が拘束されるため、連続したトラスのせん断強度よりもこの試験の結果の方が若干大きな値となることがわかる。

以上の他に溶接部を含む弦材の引張り試験を行なったが、結果はすべて母材破断であり溶接による強度上の問題はなかった。また、溶接部に有害な熱影響がないことを確認するために、ビッカース硬度試験を行なった。母材の硬度が160~180Hvであるのに対して熱影響部では200~280Hvであり、特に問題になることはない。

### 3.2 ミッコートラスの強度および剛性

ミッコートラスの強度および剛性を確認するために、各種のスペンで単純ばりによって曲げ試験を行なった。試験体の種類と数量を表一2に示す。両端の支持点はかんざし筋の部分とし、横座屈防止用の拘束は1mごとに設けた。ミッコートラスの材料試験の結果は表一3のとおりであった。

トラス曲げ試験の結果を表一4に示す。これによるとトラスのせん断強度は約1.38tであった。曲げ強度は、



図一5 トラスのたわみに関する実測値と計算値の比 α

タイプ	加力方法	数
A		3
B		3
C		3
D		3

表一2 ミッコートラス曲げ試験の試験体

	径(mm)	降伏点強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	最大強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup> )
ラチス筋*(13φ)	12.54	4557	5307	2.03
弦材*(16φ)	15.50	4109	4851	2.03

\* いずれもコイル筋を使用しており、トラス製作時に伸張機により約8%伸張している。

表一3 ミッコートラスに使用した鉄筋の強度試験結果

タイプ	スペン (m)	P <sub>max</sub> (ton)				破壊モード
		1	2	3	平均	
A	2.1	2.72	2.78	2.75	2.75	ラチス材座屈
B	3.9	1.39	1.36	1.37	1.38	同上
C	6.0	0.90	1.05	1.08	1.01	弦材座屈
D	7.5	0.90	0.82	0.80	0.84	同上

表一4 ミッコートラス曲げ試験の結果

1.97~2.14t・mであったが、すべて上弦材の座屈による破壊であった。

ミッコートラスのたわみは、試験結果と計算値(曲げたわみ)では差があり、スペンが小さいほどその差は大きい。たわみの試験結果と計算値(曲げたわみ)の比αとスペンとの関係は図一5のとおりである。なお、本試験はトラスにむくりを付けずに行なったが、むくりをつけたものとの比較試験によると、むくりの有無による影響はなかった。

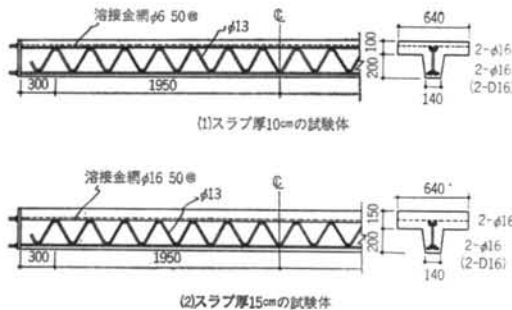
## § 4. ミッコースラブの構造的検討<sup>3)</sup>

### 4.1 ミッコースラブの曲げ強度

施工時のコンクリート自重により、一定の応力に達しているトラス下弦材がスラブ主筋としてスラブの曲げ耐力に対してどの程度有効か、さらに下弦材と平行に異形鉄筋を配筋することによってどの程度曲げ耐力をあげう

記号	スラブ厚 (cm)	プレロード	曲げ補強筋
10PB1	10	有	有
10PB2	10	有	有
10PN	10	有	無
15PB	15	有	有
10NN	10	無	無
10NB	10	無	有
15NN1	15	無	無
15NN2	15	無	無

表一五 曲げ試験試験体の種類



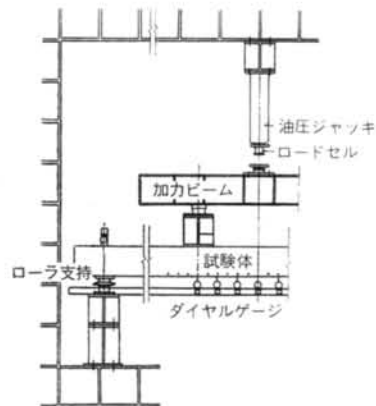
図一六 曲げ試験の試験体

るか、ということを確認するためにミッコースラブの曲げ試験を行なった。

試験体の種類は表一五に示すとおりで計8体である。図一六に試験体の形状および配筋状況を示す。実験要因は、(1)スラブ厚、(2)コンクリート打設時にトラスに与えるプレロード、(3)曲げ補強筋の有無、の3つとした。ミッコースラブ工法ではコンクリート打設時にミッコートラスに一定の応力が生じ、その応力がスラブの曲げ強度に影響を及ぼす。今回の実験では試験設置の都合でスパンを3.9mとしたので、実際の工事のコンクリート打設時にトラスに発生する応力ほど大きくならない。そこでコンクリートを打設する前にトラスに曲げ荷重を加え、コンクリート打設時のトラスの応力が大きくなるようにした。これがプレロードである。プレロードの大きさはスラブ厚10cmの試験体で300kg/m、スラブ厚15cmの試験体で180kg/mとした。また、曲げ補強筋とはスラブ中央部下側に入れる鉄筋であって、今回の実験では2-D16を用いた。

試験体に用いたミッコートラスの材料物性は表一三のとおりであり、コンクリートは、スラブ厚10cmの試験体が  $c_{\sigma B}=264 \text{ kg/cm}^2$ 、 $c_{\sigma t}=21.4 \text{ kg/cm}^2$ 、スラブ厚15cmの試験体が  $c_{\sigma B}=253 \text{ kg/cm}^2$ 、 $c_{\sigma t}=21.8 \text{ kg/cm}^2$  であった。加力は図一七に示すように、単純ばり2点載荷の純曲げ加力で行なった。

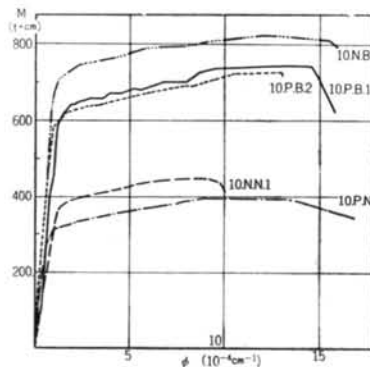
実験結果の概要を表一六、図一八に示す。Myの計算



図一七 曲げ試験加力方法

記号	ひび割れモーメント (t・cm)	降伏モーメント (t・cm)		最大モーメント (t・cm)	最大曲率 ( $10^{-4}\text{cm}^{-1}$ )
		実験値	計算値		
10PB1	66.2	640	616	740	13.7
10PB2	59.4	610	660	725	12.5
10PN	45.9	310	282	395	13.2
10NN	58.1	385	343	450	9.0
10NB	64.8	745	660	795	13.2
15PB	74.9	728	758	1000	7.6
15NN1	37.8	442	429	662	—
15NN2	83.0	423	420	640	8.3

表一六 曲げ試験結果



図一八 曲げ試験結果 (曲げモーメント～曲率)

値は、全幅有効のT型ばりとし平面保持を仮定して計算したものである。そのときの鉄筋の降伏応力度は、材料試験の結果より得た値からコンクリート打設時に生じた応力(測定値)をひいた値を使用している。降伏モーメントは実験値と計算値がよく一致している。すなわち、曲げ補強筋およびトラス下弦材の両方がともに降伏したときにスラブが降伏する。スラブ厚15cmのものは、スラブ厚10cmに比べて引張鉄筋降伏後の耐力上昇は大きい、

建 物	T I	I P	F	I B	A
規 模	8,000×8,000	9,000×9,000	14,400×6,000	15,000×6,000	7,000×9,000
厚 さ	103	100	120	120	100 (+10)
大ばり寸法	860×450 (H-580×250 ×12×22)	850×450 (R C)	1,160×450 (H-900×200 ×6×16)	1,200×450 (H-900×250 ×12×22)	870×520 (H-600×300 ×9×25)
小ばり寸法	760×350	850×350	—	—	—
リブ寸法 ( $a \times b \times h$ )	183×133×205	210×160×200	220×170×240	200×150×200	210×160×200
リブピッチ	633	660	670	650	660

表-7 スラブの形状・寸法

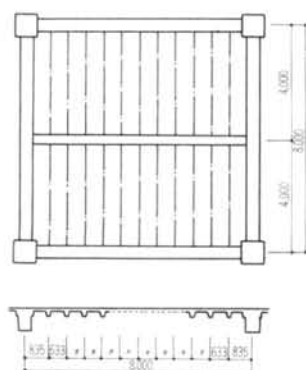


図-9 スラブの形状・寸法  
(T Iビル)

変形能力は小さい。

#### 4.2 ミッコースラブの振動性状

床スラブの振動性状は、その固有振動数、固有振動モード、減衰定数、応答振幅などによって表現することができる。これらの値は床スラブの形状(辺長、厚さ)、材質(密度、ヤング係数、ポアソン比)、周辺の支持条件により定まる。

振動についてみた場合の床スラブの良否は構造的に健全であるか否かということとともに、人の歩行、設備機械などに起因する振動が、そこに生活する人間の振動感覚に対して十分に小さい値に抑えられているか否かということによる。

実際に床スラブの振動性状を検討する方法としては、起振機を用いた強制振動試験と、おもりの落下による自由振動試験がある。前者は規模の大きい床スラブについて高次の固有振動モードまで問題となる時に用い、後者は小規模なものについて低次モードのみ確認したい場合に用いる。

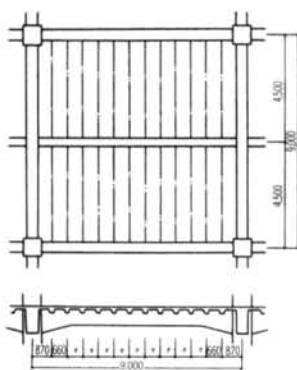


図-10 スラブの形状・寸法  
(I Pビル)

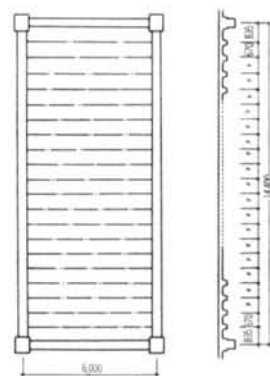


図-11 スラブの形状・寸法  
(Fビル)

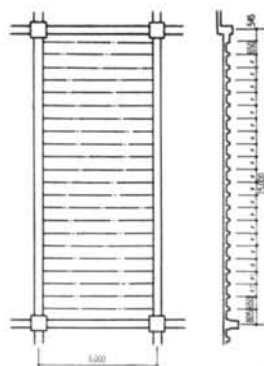


図-12 スラブの形状・寸法  
(I Bビル)

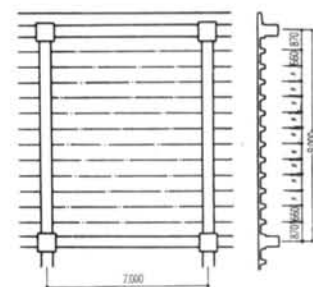


図-13 スラブの形状・寸法  
(Aビル)

ミッコースラブで施工された5つの建築物の床スラブについて、砂袋による自由振動試験を実施したのでその概要を示す。試験の対象とした床スラブの概要を表-7および図-9~13に示す。T IビルおよびI Pビルは商業建築、FビルおよびI Bビルは電算センター、Aビルは一般の事務所建築である。

今回の測定では、10kgの砂袋を用い、約40cmの高さから落下させ、その時の変位波形および速度波形を記録し

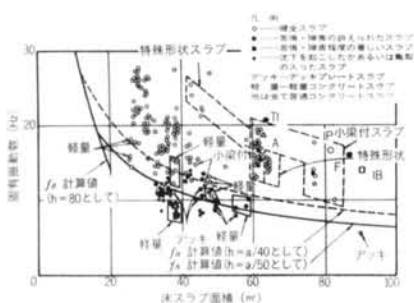


図-14 固有振動数とスラブ面積の関係

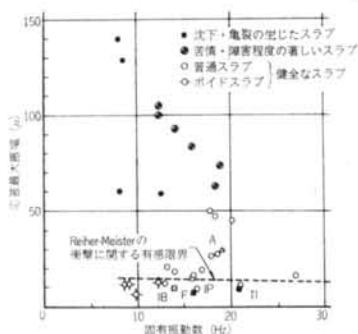


図-15 応答変位と固有振動数の関係 (SL-1型試験器)

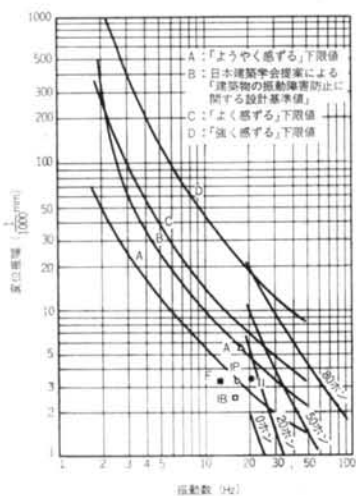


図-16 歩行時の振動感覚

た、小ばりのあるスラブ (T I ビル, I P ビル) では、大ばりで囲まれた部分の固有振動数 (1 次) と、大ばりと小ばりで囲まれた部分の固有振動数 (2 次) を測定した。この時、砂袋の落下位置は、1 次では小ばり上の中央、2 次では大ばりと小ばりで囲まれた小スラブの中央とした。

固有振動数と変位振幅の測定結果を表-8 に示す。床面積と固有振動数の関係を図-14 に、衝撃を与えた時の

建物		T I	I P	F	I B	A		
測定件数		18	8	8	8	32		
一次振動モード	フィルター帯域 (Hz)	14~28	All pass	11.2~22.4	5.6~22.4	All pass		
	固有振動数 (Hz)	平均	20.9	16.6	15.9	14.1	18.8	
		最大	22.7	17.3	18.0	17.4	22.7	
		最小	17.1	15.2	13.0	12.0	16.7	
	変位振幅 (μ)	平均	15.8	15.5	11.9	15.6	47.9	
		最大	20.7	18.8	20.3	21.3	60.0	
		最小	6.5	11.9	6.8	11.3	35.0	
			σ	1.1	0.8	1.9	1.7	1.6
	二次振動モード	フィルター帯域 (Hz)	28~45	22.4~35.5	22.4~45	—	—	
		固有振動数 (Hz)	平均	35.1	27.6	33	—	—
最大			37.4	29.5	39	—	—	
最小			33.7	25.3	29	—	—	
変位振幅 (μ)		平均	4.8	9.6	10.5	—	—	
		最大	6.9	11.5	15.8	—	—	
		最小	3.2	7.5	4.5	—	—	
		σ	0.9	1.2	3.6	—	—	

注) 変位振幅は10kgの砂袋を40cmの高さから落下させた時の値  
表-8 振動試験結果 (固有振動数と変位振幅)

応答変位と固有振動数の関係を図-15に示す。

これらの図には、これまで当研究所で試験した多くの床スラブの実測値も同時に示している。障害、苦情などのあったスラブについても示してあるので、ミッコースラブがどのような特性をもっているかを知ることができる。

図-14についてみると、ミッコースラブは、いずれも同規模のスラブに比較して固有振動数が高くなっている。

図-15は、重さ7.8kgの砲丸を28cmの高さから落下させた時の値であるため、今回の結果もこれと力積が等しくなるように換算してプロットした。これによると、Aビルの値が約30μとやや大きめであるが、他は約10μ程度でいずれも問題のない領域にある。Aビルの床スラブは、小ばりなしのスラブとしてはスパンが大きいこと、平面計画からスラブの一端の拘束条件が自由となっていることなどの理由により応答変位が大きくなっているものと考えられる。

事務所ビル等では、人が歩いたときの床の振動が問題になることがある。そこで、I Bビル、Aビルについて実際に人が歩いたときの応答変位波形を記録した。人体の振動感覚を定量的に調べたものとして Meister の振動感覚曲線がある。これは、人体に水平方向と鉛直方向の正弦振動を与えた場合の人体の感覚度を数段階に分けたものである。この振動感覚曲線の中に、今回の測定結果を示したものが図-16である。測定結果のうち、I BビルおよびAビルは体重約70kgの人がやや強い調子で歩いたときの実測値であるが、その他のビルの床については、自由振動試験の結果から換算したものである。

図-16によると、Aビルは建築学会の設計基準値程度であり、T Iビルは「ようやく感じる」程度、他は無感領域に入っている。今回の振動試験はすべて仕上工を行なう前に実施しているので、床の仕上げによってはこれらの値もさらに小さいものとなる。

Aビルについては先に述べた理由により、他のスラブと比較して応答値が大きいが、特に問題になる値ではない。しかし、Aビルのように小ばりがなくて、リブ方向のスペンが大きい場合には応答が大きくなるので、さらにスペンを長くするときには、建物の用途なども考慮して注意する必要がある。

## § 5. 施工

### 5.1 作業手順

ミッコースラブ工法の標準的な作業手順は以下のとおりである(フローチャートを図-17に示す)。

- ①トラス現場搬入：トラスは通常10本ずつ束にして搬入される。
- ②ソフィット取付：スペーサー、吊りボルト、座金とともにソフィットをトラスに取付ける。
- ③はりに上に仮置：1スペンに使用するトラスを揚重する。
- ④トラス配置：はりに上、またははり側型枠にトラス取付位置を明示しておき、1本ずつ配置する。
- ⑤コファーフォーム並べ：はり側から中央に向け並べる。
- ⑥補助型枠取付：コファーフォームを並べた後のすき間部分を補助型枠でふさぐ。
- ⑦下部つなぎ材取付：リブと直角方向にソフィットを機木などを釘止めし、つなぎを取る。
- ⑧補助鉄筋と溶接金網の取付・結束、および設備配管
- ⑨コンクリート打設
- ⑩ソフィット脱型：インパクトレンチを用いて吊りボルト



図-17 ミッコースラブ施工手順のフローチャート

ト、ソフィットをはずす。

- ⑩コファーフォーム脱型：パールを用いコファーフォームを1個ずつ取外す。

これら一連の作業と他の作業との関連をみると、④のトラス配置以前には、はり側型枠が完了している必要がある。トラス配置の手順については、上記の他に、ソフィット取付け後にその場所近くでトラスを下部つなぎとともに定められた間隔に組んでしまい、クレーンを使用してそれをはりに上にセットするという方法もある。この方法ではトラス配置にかかる時間が若干増し、クレーンが必要となるが、はり上での作業は減るので、全体としてみると作業量に大差はなくなる。

### 5.2 標準的納まり

ミッコースラブ工法の標準的な納まりを、はりトラスのリブ方向の関係でみると、躯体の構造方式によってトラスの支持方式が異なるが、RC造の場合を図-18に、SRC造の場合を図-19に示す。ミッコースラブ工法ではスラブ支柱を全く必要としないが、床荷重はトラスを通じてはりに伝えられる。RC造の場合は、はりの側型枠にトラスをのせるため、はり下にはサポートが必要となる。SRC造の場合には、トラスをはりの鉄骨で

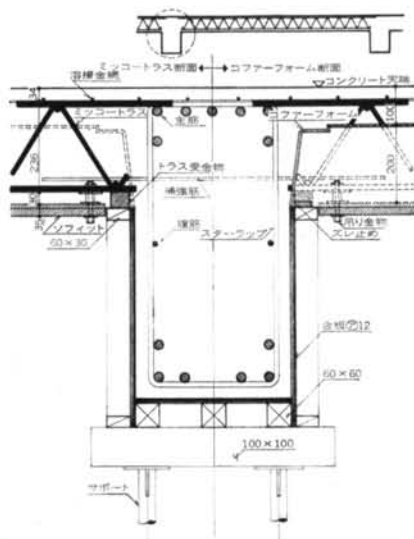
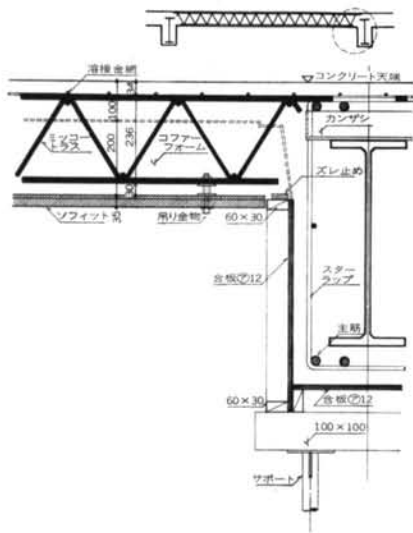


図-18 RC造リブ方向断面詳細図



図一19 SRC造り方向断面詳細図

支持し、吊り型枠を採用すれば、床およびはり下のサポートが不要となり、この工法のメリットがより発揮されることになる。

### 5.3 作業工数

ミッコースラブ工法を採用したいくつかの工事における作業工数を表一9に示す。この表では、各作業項目についての作業場所や担当職種、資材揚重方法が作業所により若干異なり、作業測定者も同一ではないため、厳密な意味では同じ条件での比較とはなっていない。特にオーストラリアの例(C&C)は詳細がはっきりしない。

作	業	F	ビ	ル	C & C	TI	ビ	ル	I	ビ	ル	I	P	ビ	ル
ソフィット取付	スパーサー等取付	0.0057	0.0122 人日/㎡	0.0124 人日/㎡	0.0092 人日/㎡	0.0090	0.0171 人日/㎡	0.0073 人日/㎡	0.0124 人日/㎡	0.0092 人日/㎡	0.0081	0.0113	0.0014	0.0078	0.0018
	トラスへの取付	0.0065													
ミッコートラス取付	はりへの取付	0.0026	0.0025	0.0043	0.0062	0.0038	0.0038	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026
	下部補強	0.0064													
コファーム取付	コファーム取付	0.0022	0.0086	0.0081	0.0113	0.0014	0.0078	0.0018	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022
	補助型枠等	(下部補強を含む)													
小運搬	コファーム	0.0035	0.0144	0.0375	?	0.0020	(0.0024)	0.0129	0.0035	0.0135	(0.0115)	0.0054	(0.0105)	0.0027	(0.024)
	ソフィット	0.0012													
脱型	コファーム	0.0026	(0.0097)		(0.0091)	0.0045	0.0023	0.0023	0.0023	0.0115	(0.0115)	0.0027	(0.0105)	0.0027	(0.024)
	ソフィット	0.0015													
	足場架・払片付	0.0036													
溶接鉄筋	運搬	0.0022	0.0057	0.0152	?	0.0011	(0.0005)	0.0062	0.0017	0.0059	0.0034	0.0023	0.0062	0.0034	0.0062
	建込	0.0010													
	補強添筋	0.0025													
合計		0.0435 (23.0 ㎡/人日)		0.0775 (12.9 ㎡/人日)		0.0481 (20.8 ㎡/人日)		0.0347 (28.8 ㎡/人日)							

表一9 ミッコースラブ作業工数比較

しかし、日本での施工例から、床スラブ型枠取付では作業員1人で45㎡/日程度、溶接鉄筋も含めると1人で35㎡/日程度、解体・小運搬では1人70㎡/日程度の作業実績となっている。

### 5.4 作業計画

建設工事の施工計画を行なうにあたっては、(1)どのような工法を採用するか、(2)どのような作業計画を行なうかがポイントとなる。なお、工法とは特定の構法を実現するために特定の生産設備(仮設物、施工機械)を使用し、特定の作業手順で行なうような施工の方法を示すものとする。また、作業計画は特定の工法を実現するために、どのような工区分割を行ない、どのような作業チームを構成して行なうか、という問題に対して最適解を求めることである。すなわち、(1)が施工方法の定性的な計画であるとすれば、(2)は定量的な計画といえる。従来の施工計画では(1)が中心であり、(2)は付随的に考えられる傾向にあった。ところが、同じ工法を採用しても、常に一定の生産性が得られるわけではなく、作業計画によって大きな差異が生ずるという事実から、近年、作業計画が重視されるようになり、作業計画を包含した施工計画が多く見られるようになってきた。

作業計画に用いられる方法はいくつかあるが、作業が一定のパターンの繰返しで進められる場合に最も効果的な方法として、マルチ・アクティビティ・チャート(Multi Activity Chart……以下MACと略す)<sup>4)</sup>がある。MACとは、複数の作業チームが同時に異なる作業を行ないながら、一定の繰返しサイクルで工事を進め



ていくことを前提として、1サイクルに含まれる作業を細かく分析し、各チームの行なうべき作業の時間割を作成したものである。

このような計画を行なうためには、工法を定量的に分析、把握することが必要になり、工法に含まれる作業の特性がフィードバック可能なデータとして表現されていなければならない。この点、ミッコースラブ工法は過去の工事データが利用可能であり、工法を構成する各作業の区切りが明確で繰返しのサイクルを設定しやすいという特徴がある。つまり、データが大雑把であったり、レベルがまちまちな在来工法に比べ、作業計画のたてやすい工法であるといえる。

## § 6. ミッコースラブ工法を用いた作業計画 (ケーススタディー：石橋プラザ新築工事)

### 6.1 工事概要

石橋プラザは、静岡県沼津市北側の市街地再開発を目指して計画された大規模なショッピングセンターである。この工事では、RC造の躯体に設計の段階から鉄筋先組工法とミッコースラブ工法が採用されたが、RC造でミッコースラブ使用は国内で初めてのことである。この工事では、躯体工事の作業計画・管理にMACを用いたが、その理由は以下のとおりである。

- 1) 石橋プラザの着工が近隣商店街との折衝により大幅に遅れ、工期的に厳しい工事となり、工程管理、労務・資材手配の面から密度の高い計画を立てる必要があった。
- 2) 鉄筋先組工法、ミッコースラブ工法の採用により、在来工法に比較して工法が明解になり、作業工数についてデータの蓄積があるため、より現実的な計画ができる。
- 3) 建物の平面計画が単純であり、工区分割などの計画により繰返し作業を多くすることができる。

石橋プラザの建物概要を表-10に、平面図・断面図および工区分割を図-20に示す。

### 6.2 MAC

石橋プラザ新築工事で用いたMACの例を図-21に、作業計画に作成したMACの作業チーム編成、作業員数と実績との比較を表-11に示す。

表-11中、MAC-Iは、作業所と検討しながら作成した作業工数リストをもとに、図面から作業量を求めて適

建物名称	石橋プラザ
建築場所	静岡県沼津市高島本町1-5
建築面積	8,066㎡
延床面積	35,848㎡
構造	RC造(一部SRC造)
軒高	24.1m
階数	地下1階、地上4階、塔屋1階
基礎	地盤改良のうえ、ベタ基礎
外装	コンクリート打放し、吹付タイル
用途	ショッピングセンター
工期	昭和52年7月1日～昭和53年7月12日

表-10 建物の概要

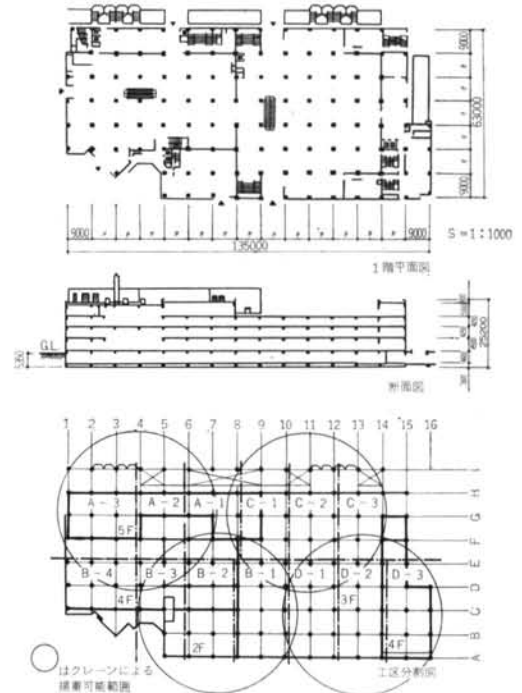


図-20 石橋プラザ建物概要

正と考えられるチーム編成と作業員数を計画し作成したもので、不確定要素は除外してある。MAC-IIは、業者との契約もきまり躯体工事に着手する段階で、実際の状況に適合するよう作業所と検討しながらMAC-Iを修正・作成したものである。

実際の工事を進めるにあたっては、MAC-IIを規準に各工区の特徴により多少の調整を行ない、工期との関係を考慮しながら管理にあたった。計画と実績を比較すると、作業員総数では153人に対し152人と良く一致しているといえる。

### 6.3 工事進捗状況

石橋プラザでの躯体コンクリート打設は、昭和52年11

作業チーム	1日	2日	3日	4日
クレーン	はり筋建方	メッシュ設置 トラス構築	柱筋建方 大パネルセット	はり型枠建込 トラス構築
大工	壁型枠 (4人)	内壁合型枠建込	内壁片型枠建込	内壁合型枠建込
	柱・はり型枠 (4人)	柱型枠建込	はり駄目	大パネルセット はり型枠組立・建込
鉄筋工	はり・床型枠 (4人)	ソフット組立	トラス・コファ-配置	
	床・階段型枠 (3人)	トラス構築	主要構造	コンクリート打相番 トラス構築
墨出し	墨出し	階段型枠組立・建込		
鉄筋工	先組鉄筋セット 壁配筋 (4人)	はり筋建方	柱筋建方	外壁配筋 内壁配筋
	はり・床配筋 (4人)	はり筋引出し	床補強メッシュ敷	階段配筋
階段配筋 (3人)	階段配筋	メッシュ設置		コンクリート打相番
先組加工 (2人)		鉄筋先組加工		
兼工・土工 (9人)	支保二組立		コンクリート止め	コンクリート打
解体工 (6人)	金物払シ	柱・はり集	壁型枠解体	ソフット・コファ-解体

図-21 MAC-II (4日サイクル)

職 種	MAC-I		MAC-II		平均実績 (77.12~78.03)
	作業チームの作業内容	人数	作業チームの作業内容	人数	
大工	墨出し(各工区共通)	4/4工区	柱・はり型枠	4	チーム編成はMA C-IIに準ずる
	壁型枠	4	壁型枠	4	
	柱・はり型枠	4	はり・床型枠	4	
	はり・床型枠	4	床・階段型枠	3	
	(階段型枠は含まず)		墨出し・階段型枠	3	
(工区内計)	(13)	(工区内計)	(18)		
4工区合計	52	4工区合計	72	69.8 (78.5)	
鉄筋工	先組鉄筋セット(蔦2人を含む)	4	先組鉄筋セット・壁配筋	4	チーム編成はMA C-IIに準ずる
	壁・在来部配筋	4	はり, 床配筋	4	
	(階段配筋・先組加工は含まず)		階段配筋	2	
			先組加工	2	
(工区内計)	(8)	(工区内計)	(12)		
4工区合計	32	4工区合計	48	37.9	
兼, 土工	運搬, 床スラブ	3	(型枠材料の運搬は大工に, 鉄筋の運搬は鉄筋工を含む)		
4工区合計	12				
以上計		96		120	107.7 (116.4)
解体工	型枠解体	4	型枠解体, 小運搬	6	
		16		24	24.7
コンクリート工	コンクリート打設(各工区共通)	15	コンクリート打設(各工区共通)	9	9 (11.3)
総計		127		153	141.4 (152.4)

注: 実績の( )内の数字は残業も考えた数字

表-11 石橋プラザにおける作業チーム編成, 作業員数の計画と実績との比較

月末から始まり、12月中にほぼ地下1階の躯体を終え、翌53年3月までの約4カ月間に行なわれた(写真-1参照)。コンクリート打設の実績を図-22に示す。

工事の進捗状況をコンクリート打設のペースでみると、昭和52年12月下旬からほぼ一定の勾配を示し、計画にのったことをあらわしている。

#### 6.4 ミッコースラブ工法の効果

石橋プラザ新築工事の工期について標準算出式(建築技術部)とネットワーク工程での工期および実績との比較を図-23に示す。工期の区分は以下のとおりである。

- 杭・土工工期……杭または根切り着手から躯体工事の本格的な着手までの工期
- 躯体工事工期……躯体工事の本格的な着手からその完了(ダマを除く)までの工期
- 仕上工期……躯体工事の完了から仕上完了までの工期
- 全工期……上記3工事の和と準備などを含んだ全体工期

石橋プラザの場合、一般的な在来工法による工期に比べて約4カ月短縮されており、特に仕上工期が半分になっている。仕上工期自体に必要な作業量は一定であることを考えると、この違いは仕上工事と躯体工事がどの程度オーバーラップできるかという要素が大きく影響しているといえる。床スラブ支柱のいらないミッコースラブ工法の特徴が良くあらわれている。工事開始時点のネットワーク工程と実績を比べると、昭和52年8月の長雨の影響により土工事が1カ月程度遅れたが、基礎を除く躯体工事と仕上工事の工期は、ほぼ計画通りに進んだといえるだろう。

## § 7. おわりに

本工法に関する施工実験をわが国で最初に実施したのは1974年12月であった。1976年6月にはミッコートラスの生産を開始し、1977年1月には国産コファーフォームがつくられるようになった。その後、本工法は次々と多くの工事に採用され、1979年5月には約25万㎡の施工実績を有するようになり、建設大臣の一般認定も取得した。今後も建設工事における熟練作業(大工、鉄筋工)の省力化がますます要求されるはずであり、本工法もますます広く使用されるようになるであろう。

本工法は鉄筋コンクリートのスラブに関する工法であ

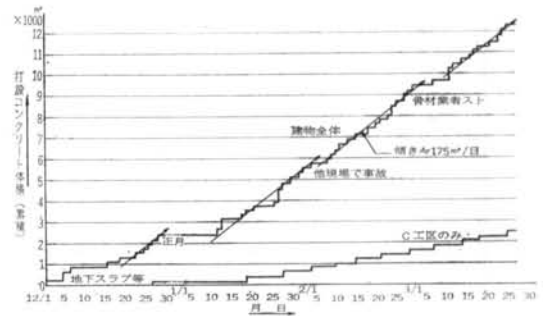


図-22 石橋プラザコンクリート打設グラフ(躯体のみ)



写真-1

暦日	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
標準工期	杭・土工		躯体工事						仕上工事			杭	162か月				
	3.7		6.7						4.8			1.0					
計画工期	2.3	基礎	(躯体)				2.4	1.5	12か月								
		1.7	5.8 (4.1)														
実績	3.0	(2.0)	6.0 (4.0)				2.5	0.9	12.4か月								

図-23 工事工期の比較

るが、単なるスラブの工法として捉えるべきではない。躯体工事の施工をシステム化し、ひいては建物全体の施工を合理化するための手段でなければならない。したがって、スラブ施工の工期短縮・品質向上・省力化などを目的とするだけでなく、躯体工事全体をシステム化するように本工法を活用していくべきである。柱・はり・壁の型枠のプレハブ化、鉄筋のプレハブ化(鉄筋先組工法)などを同時に行ない、綿密な作業計画を行なうことによって、本工法はさらに有効なものとなる。

謝辞 本工法の構造上の検討を行なうにあたって、東京工業大学教授黒正清治博士より多くの指導を受けた。本工法に関する実験および調査にあたっては多くの作業所の協力を得た。ここに深く感謝するしだいである。

<参考文献>

- 1) 松本信二, 鈴木誠之, 岩井武夫: “プログレッシブ・ストレンクス工法試験施工” コンクリート工学 Vol. 14, No. 10 (1976.10)
- 2) 水谷隆雄, 岩井武夫, 鈴木誠之, 松本信二: “MICCO (ミッコ) スラブシステムの施工——フコク生命千歳船橋ビルの建設” 施工 No. 129 (1977.3)
- 3) 黒正清治, 林静雄, 松本信二, 岩井武夫: “トラス状鉄筋を使用したリブ付スラブの実験研究 (その1), (その2)” 日本建築学会大会学術講演梗概集 (1977.10)
- 4) 松本信二, 内山義次: “建設工事における作業計画方法に関する研究 (マルチ・アクティビティ・チャートの研究, その1)” 日本建築学会関東支部研究報告集 Vol. 49 (1978)