

## 建築施工管理の合理化に関する研究

—管理のためのデータ取得、処理方法の検討(型わく工事を対象とした事例研究)—

三 根 直 人  
野 中 稔

### § 1. 緒言

建築生産の合理化が叫ばれ、多くの新工法の開発がさかんに行なわれ、工期の短縮、労務の節減、工事費の削減が計られようとしている。しかし、それら一連の動きは現場管理上多くの問題を未解決のまま進められている場合が少なくない。開発された新工法を実際に運用していくためのフォロー・アップ・システムを施工管理の立場から確立してゆかない限り、その効果を十分に生かすことはむずかしい。一方、在来の工法においてもその作業の効率が十分であるとは考えられない。両者の効率が低い原因には、共通のものと、全く異質のものがあるが、問題点を把握するためのアプローチは同一であると考えられる。

現場における問題は大きく以下の2つに分けて考えることができる。すなわち、

- i) マネージメントに関連した問題
- ii) オペレーションに関連した問題

の2つである。

本研究は、建設工事現場における現場管理のシステムを適正化するために、主にオペレーションの面からの問題点把握の方法を検討しようとするものである。

### § 2. 目的

「合板素板工法」など現在行なわれている型わく工事では、その工事費の約50%が労務費であるといわれ、鉄骨、鉄筋工事など他の躯体工事の労務費の比率に比較して大きく労働集約的な工事である。近年、労働者不足を反映して多くの新工法が開発されているが、現在でもほとんどの型わく工事は従来からの「合板素板工法」によって行われている。本工法は多種類の資材を必要とし、それも転用材と消耗材が混在している。そして型わく材料の「下拵えおよび加工」、「搬入」、「転用」は、建込作業の手間

とともに揚重、仮置など現場管理上多くの問題点を提供している。

本報告は、在来の「合板素板工法」による型わく建込工事について、作業能率の側面から捉えた問題点、改善の着目点を明らかにするための方法を、データの取得、データの処理方法とあわせて検討することを目的とする。

そのケース・スタディとして、「合板素板工法」によって行なわれる型わく工事について、実際のモデル現場の実態を調査した。調査の目的は以下の4点である。

- i) 「合板素板工法」による型わく工事の実態の把握
- ii) データ取得方法の検討
- iii) データ処理方法の検討
- iv) 問題点抽出のための調査分析方法選択手順の検討

### § 3. 調査の項目および調査の方法

モデル現場の実態調査は以下の3項目について実施した。

#### 3.1 型わく工事の工程分析

現場作業の「材料搬入」から「建込み完了」までの工程を「型わく建込み」工程を中心に、他の工事（仮設、鉄筋、電気、設備工事）との関連を追いながら分析調査した。

調査の方法は、現場作成の工程表の分析、目視、観察による所定用紙への記録を中心として、現場係員、作業員への質問などによった。

#### 3.2 型わく工事の各工程における作業者の稼働分析

各工程における作業者（大工）の稼働内容を分析するとともに、タイム・スタディを行なった。

その方法はメモ・モーション（16mm）手法により、撮影間隔は1コマ2/100分とした。撮影したフィルムの分析にはN社製16mm・メモ・モーション分析用プロジェクターと清水式アナライザーを連動したものを使用した。

撮影装置および分析装置を写真-1および写真-2に示す。



写真-1 撮影装置



写真-2 分析装置

### 3.3 型わくの部位別工数調査

部位を①柱、②梁、③外周壁、④間仕切壁、⑤床に分けて、部位別に型わく建込みのための工数を工程を追いながら、作業者の稼働分析の結果をもとに調査した。

### 3.4 型わく材料供給の実態調査

主な使用材料の供給の実態を建込工程と関連させながら調査した。

## § 4. 調査の対象および調査の概要

調査の対象として市街地に建つ中規模事務所の新築工事を選定した。以下に建物の概要および型わく工事の概

要を示す。

### 4.1 建物の概要

建物の概要を表-1に示す。

建物の基準階平面図、および断面図を図-1および図-2に示す。

### 4.2 型わく工事の概要

本現場における型わく工事は、「合板素板工法」によっており、外周壁の外側の型わくのみ幅900mm×丈3,300mmの大パネル形式であった。型わく工事の概要をまとめ表-2に示す。

外周壁に使用された大パネルの建込まれた状態を図-3に示す。

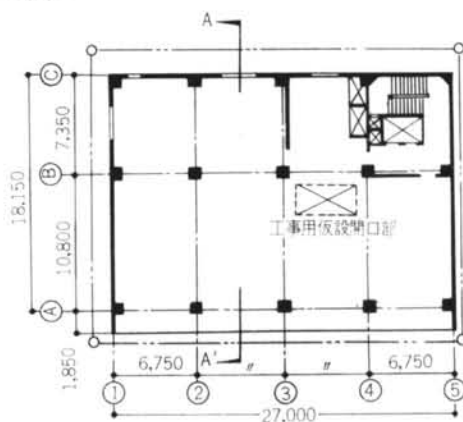


図-1 基準階平面図

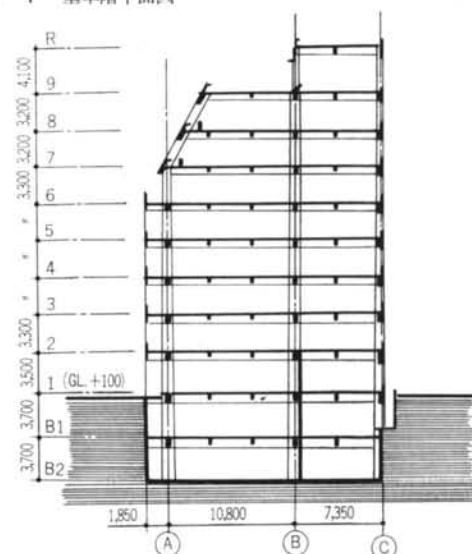


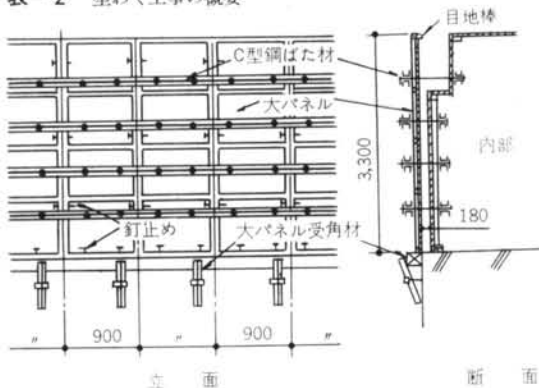
図-2 A-A断面図

項目	内容
1. 用途	事務所
2. 主要構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
3. 規模	敷地面積 695㎡ 建築面積 546㎡ 基準階床面積 546㎡ 延床面積 5,347㎡ 階数 地上9階, 地下2階 塔屋2階 軒高 31m 地下 9.65m 基準階階高 3.3m

表一 1 建物の概要

項目	内容
1. 型わく数量	
総数量	16,200㎡
基準階数量	1,480㎡
2. 型わく材料	
せき板	合板 (2,000×1,000×12) 大パネル (900×3,300)
支保工	締付金物間隔 600×600 ばた材: C型鋼ばた材 鋼管支柱
3. 仮設	揚重機: 小型ウインチ 外部足場: 鋼製枠組足場
4. コンクリート	打設方法: ホンプ圧送 スランプ: 21cm

表一 2 型わく工事の概要

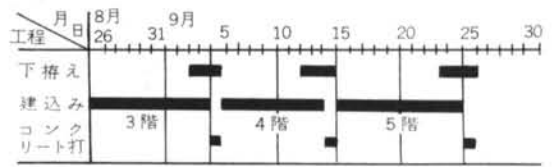


図一 3 外周壁大パネルの建込み詳細

#### 4.3 調査期間

調査は、4階の型わく建込作業を中心に昭和47年8月～9月約1カ月にわたって実施した。調査期間中の型わ

く工事の工程は図一4のごとくである。



図一 4 調査期間中の型わく工事の工程

## § 5. 調査結果

### 5.1 工程

#### (1)概略工程

型わく工事の概略の流れは、図一5のフロー・チャートで表わされるが、本現場の場合、柱・梁のせき板材料について、「せき板下拵え加工」工程があった。せき板の「下拵え加工」の場所は、B2階の型わく解体以前は、現場外の加工場にて行ない、「下拵え加工」を終えたせき板を新規搬入材としていた。それ以後は、型わく解体の完了した階において、解体済みの材料を転用して下拵えした。

材料の揚重は図一1の平面図に示す工所用仮設開口部を利用して小型仮設ウインチにて行なった。

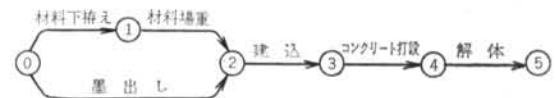
#### (2)纏り作業工程

本現場の型わく工事は大略図一5のフロー・チャートで表わされるが、さらに細かく現場建込工程を分析すると、基準階1階分の建込みを完了するまでに27の纏り作業工程（以後単に「工程」と呼ぶ）によって構成されている。それらを表一3に示す（表一3の各工程に附した番号は工程番号で、本報告では以後、各工程を表一3の工程番号で示す）。

表一3に示した各工程は、2人以上の作業者が組になり、各作業者が組織的に各自の作業分担を担当する作業（組作業）と、1人の作業者によって行なわれる作業（単独作業）とに分類できる。（組作業の人数は表一5の「1チームの作業人数」の項参照）作業は原則として8人編成のチームで行なわれ、床の型わく建込時に8～10人の他現場からの応援作業員を配置した。

#### (3)部位別の工程

①柱、②梁、③外周壁、④間仕切壁、⑤床の5つの分類の（段階に関しては、現場の状況が悪く側定できな



図一 5 型わく工事の概略工程

1. 墨出し	10. 梁下支保工設置	19. 間仕切ふさぎ壁片側壁せき板建込み
2. 柱・梁せき板材揚重	11. 外周壁大パネル受角材設置	20. 壁支保工設置
3. 柱せき板建込み	12. 外周壁大パネル引揚げ	21. 壁開口部取付け
4. 柱支保工設置	13. 外周壁大パネル建込み	22. 床支保工材揚重
5. 梁側せき板建込み	14. 外周壁大パネルセパレータ通し	23. 床支保工建込み
6. 梁底せき板建込み	15. 外周壁大パネル支保工設置	24. 床せき板材揚重
7. 梁側支保工設置	16. 外周壁大パネル剝離剤塗布	25. 床せき板建込み
8. 小梁組立て	17. 外周壁ふさぎ片側壁建込み	26. 階段型わく建込み
9. 小梁建込み	18. 間仕切片側壁せき板建込み	27. A通側ひさし部分型わく

表一3 型わく工事の工程



図一6 各部位の型わく建込工程

つたために除く) 型わく建込工程を分析した結果が図一6である。

柱および梁のせき板は建込まで下に下拵え加工されており、外周壁の外側のせき板は、直下階のコンクリート打設後、養生期間存置した後大パネルを解体し転用した。その他、間仕切壁、床のせき板は、合板(1,000mm×2,000mm)をそのままか、または建込時に加工して使用した。

①柱、②梁、③外周壁、④間仕切壁、⑤床のせき板建込作業を写真一3、4、5、6、7に示す。

## 5.2 各工程における作業者の稼働分析

### (1) 測定データの処理

フィルム分析によって得られたタイム・スタディの1次データは数が多く、分類集計に手間どるため、コンピュータによる処理を行なった。

データ処理用のプログラムは、他の工事のデータ処理にも応用できるように汎用性のあるものを開発した。プログラム言語はFORTRAN-IVで、プログラムの主な機能は、①工程別、②作業員別、③作業別、④部位別に

データを分類集計することである。

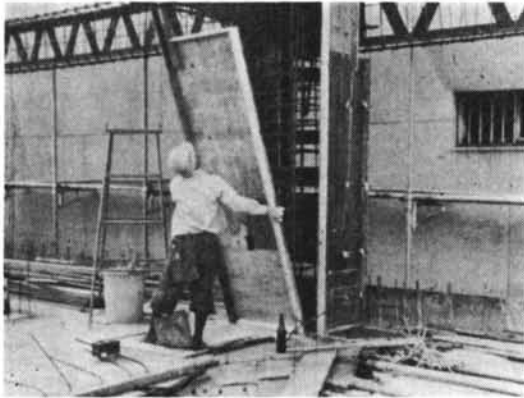
本プログラムで処理できる項目は以下である。

- i) 各工程における各作業員の稼働分析計算 (各作業の出現回数、合計所要時間、1回出現当りの所要時間、最大値、最小値、範囲、標準偏差、変動係数、合計時間に対する各作業時間の割合)
  - ii) 各工程における、全作業員についての工数計算
  - iii) 各工程における各作業員および全作業員についての部材別稼働分析計算
  - iv) 上記 i), ii), iii) についての型わく単位面積当りの所要時間の計算
  - v) 上記 i), ii), iii), iv) についての作業分類 (準備作業、主作業、附随作業、余裕) 毎の集計
- データはカード形式とし、使用した計算機は、CDC-6600の端末装置CDC-200UTである。約10,000の入力データの処理に要した計算時間は約4分であった。

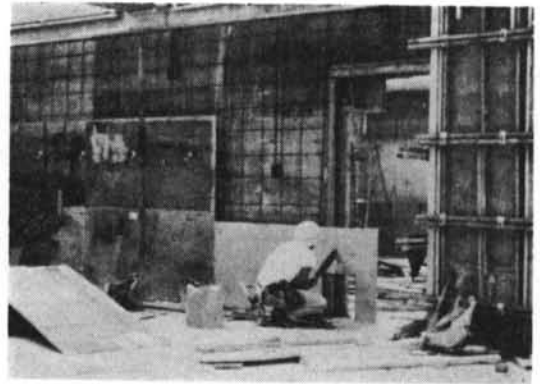
図一7にデータ作成からアウトプットまでの処理作業のフロー・チャートを示す。

図一8、9、10、11にアウトプットの例を示す。

(2) 作業員の稼働分析結果



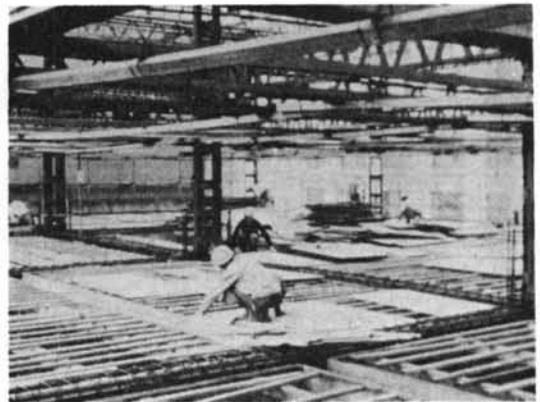
写真一 3 柱せき板建込み



写真一 6 間仕切壁せき板建込み



写真一 4 梁側せき板建込み



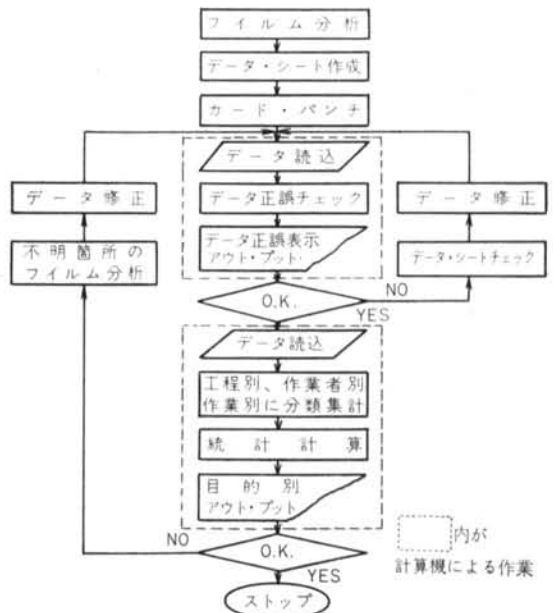
写真一 7 床せき板建込み



写真一 5 外周壁大パネル建込み

表一 3 に示した各工程は更に細かく分けられるいくつかの作業（本報告では以後単に「作業」と呼ぶ）から構成されている。作業を部材別に整理し、各部位に共通の作業と、各部位に特有の作業とに分けて表一 4 に示す。

また、各作業を準備作業、主作業、付随作業、余裕その他の 4 つに分類して、型わく単位面積当りの建込所要



図一 7 データ作成からアウトプットまでのフローチャート

***** REPORT - 1 *****										CYCLICAL VARIATION OF DURATION TIME										WORKER = ( 7 / 6 )	
OPERATION 2.HASHIRA HARI ZAIRYOAGE																					
DATE 47*9*6																					
PLACE 4 FLOOR																					
NO.	DISCRPTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	MIJITAKU.KIGAE	0.00	0.00	.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
12	ZAIRYO J.S.K	.11	.03	.18	.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	1	3	2	0	0	0	0	0		
13	KOGU J.S.K	0.00	0.00	0.00	.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
19	**OHAKOBU	1.93	3.77	2.41	2.16	1.04	.73	1.99	3.68	.86	10	24	22	17	8	5	12	24	10		
45	SEPA.FT.SHIMERU	0.00	.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
46	SEPA.TOSHI-HOGYO	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
52	G.KARIDOME	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.10	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
57	IDO	.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.06	0.00	0.00	1	0	0	0	0	0	1	0	0		
58	TEMACHI	.83	.20	.19	2.21	.62	1.99	9.04	1.96	0.00	4	3	3	8	4	5	12	6	0		
61	FUZAI	.19	0.00	4.48	0.00	0.00	.56	0.00	.49	0.00	2	0	2	0	0	1	0	2	0		
71	YOOJUKI.SOOSA	.86	1.20	1.69	.79	.37	.97	2.55	2.07	0.00	4	6	5	3	2	3	7	6	0		
72	NIOROSHI	.33	1.21	.64	.31	.18	1.66	1.53	.63	.02	4	4	4	3	2	7	10	4	1		
73	ROPE HAZUSHI.MODOS	.24	.39	.26	.24	.16	.05	.86	.16	.28	2	3	3	3	2	1	6	1	1		
75	HIKIAGERU	0.00	0.00	.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
**** T O T A L ****		4.16	6.88	11.16	5.95	2.37	6.05	16.03	8.99	1.16	29	42	45	37	18	23	48	43	12		

8-8

***** REPORT - 3 *****										CYCLICAL VARIATION OF DURATION FOR EACH TYPE OF WORK										WORKER = ( 7 / 6 )	
OPERATION 2.HASHIRA HARI ZAIRYOAGE																					
DATE 47*9*6																					
A NUMBERS OF WORKER 6 MEN.																					
TYPE OF WORK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
PRE OPERATION	2.04	3.81	2.72	2.40	1.04	.73	1.99	3.68	.86	49.0	55.4	24.4	40.4	43.8	12.0	12.4	40.9	74.3			
MAIN OPERATION	1.02	2.86	3.77	1.34	.71	2.76	4.94	2.86	.30	24.6	41.7	33.8	22.5	30.0	45.7	30.8	31.8	25.7			
SUB OPERATION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
AFTER OPERATION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
TOTAL OF OPERATION	3.06	6.67	6.49	3.74	1.75	3.49	6.93	6.54	1.16	73.5	97.0	58.1	62.9	73.8	57.7	43.2	72.7	100.0			
ALLOWARANCE	1.10	.20	4.67	2.21	.62	2.56	9.10	2.45	0.00	26.5	3.0	41.9	37.1	26.2	42.3	56.8	27.3	0.0			
**** T O T A L ****	4.16	6.88	11.16	5.95	2.37	6.05	16.03	8.99	1.16												

\*\*\*\*\* SUMMARY REPORT \*\*\*\*\*

TYPE OF OPERATION	TOTAL	PERCT	CYC.TIME	STD.DIV	COEF.V	SUM(X**2)	SUM(X*Y)	R	B	A
PRE OPERATION	19.28	30.7	2.14	1.14	.53	.5171004E+02	.1015596E+03	.43	1.56	1.09
MAIN OPERATION	20.57	32.8	2.29	1.54	.68	.6603444E+02	-.1158840E+03	.96	1.30	1.45
SUB OPERATION	0.00	0.0	0.00	0.00	.000	0.	0.	0.00	0.00	4.43
AFTER OPERATION	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.00	0.00	4.43
ALLOWARANCE	22.92	36.5	2.55	2.86	1.12	.1237673E+03	.1324835E+03	.92	.47	3.22
TOTAL OF OPERATION	40.	63.5	4.4	2.9	1.12	.2174436E+03	.3499270E+03	.87	1.76	-5.27
*** T O T A L ***	63.	100.0	7.0	5.2	.75	.6061778E+03				.2562508E+03

8-9

WORK ELEMENT	TOTAL TIME	MAX.	MIN.	RANGE	CYCLICAL TIME	PERCENTAGE	STANDARD DIVIATION	COEFFICIENT OF VARIATION		RELATION OF			
								SUM(X**2)	SUM(X*Y)	CORELATION	B	A	
1	.14	.14	0.00	.14	.02	.2	.05	3.00	.1995156E-01	.1576971E+01	.34	53.66	3.58
12	.41	.18	0.00	.18	.05	.6	.06	1.43	.5177829E-01	.3163296E+01	.14	40.80	2.58
13	.15	.15	0.00	.15	.02	.2	.05	3.00	.2327150E-01	.9075886E+00	-.08	11.23	4.24
19	18.58	3.77	.73	3.05	2.06	29.6	1.12	.54	.4829830E+02	.1466475E+03	.42	6.47	-8.93
45	.07	.07	0.00	.07	.01	.1	.02	3.00	.4596840E-02	.4661962E+00	-.01	40.64	4.12
46	1.05	1.05	0.00	1.05	.12	1.7	.35	3.00	.1104391E+01	.1173267E+02	.34	7.21	3.58
52	.10	.10	0.00	.10	.01	.2	.03	3.00	.9225602E-02	.5812130E+00	-.08	19.02	4.22
57	.15	.08	0.00	.08	.02	.2	.03	2.01	.1104518E-01	.1349460E+01	.27	80.85	3.11
58	17.05	9.04	0.00	9.04	1.89	27.2	2.81	1.48	.9557788E+02	.1962659E+03	.75	1.91	.81
61	5.72	4.48	0.00	4.48	.64	9.1	1.46	2.29	.2067004E+02	.5863544E+02	.35	1.96	3.18
71	10.09	2.55	0.00	2.55	1.12	16.1	.84	.75	.1696135E+02	.9987369E+02	.96	9.76	-6.51
72	6.51	1.66	.02	1.63	.72	10.4	.60	.83	.7595831E+01	.5939714E+02	.63	10.59	-3.23
73	2.63	.86	.05	.81	.29	4.2	.23	.80	.1202967E+01	.2419304E+02	.68	28.97	-4.05
75	.12	.12	0.00	.12	.01	.2	.04	3.00	.1545049E-01	.1387735E+01	.34	60.98	3.58

图-10

\*\*\*\*\* REPORT \*\*\*\*\*

OPERATION JINASHIMA SEKIITA FATEKUMI  
 DATE PERFORMED 4/9/71  
 WORKER'S NUMBER 1

WORK ELEMENT NUMBER	DESCRIPTION	NUMBERS			STANDARD DIVIATION	COEFFICIENT OF VARIATION	PERCENTAGE OF CYCLE	TOTAL			
		UP DATA	MAX.	RANGE				TIME	PERCENTAGE		
1	KUJIKKO KIGAE	1	----	---	---	----	12.	12.0	.1		
3	KENJU	20	20.	20.	0.	20.7	1.21	202.	40.1	6.1	
6	SIJI SIJU HIRASASE	7	21.	21.	0.	21.9	1.17	210.	20.7	3.4	
7	KUZAIKARU-SOAIKASH	23	20.	24.	19.	13.2	.77	216.	22.3	14.3	
8	KUZAI-SOAIKASH	3	12.	7.	5.	35.0	.41	236.	25.3	1.7	
12	ZUKUO J.S.S.A	20	43.	42.	0.	23.1	1.71	1000.	24.0	7.4	
13	KURO J.S.S.A	20	22.	21.	0.	21.7	1.24	678.	21.1	4.6	
14	SAYOU J.S.S.A	10	10.	10.	0.	37.0	1.27	400.	30.7	3.1	
17		1	----	---	---	---	---	---	20.	.1	
19	SOUKASOU	37	100.	174.	9.	30.7	.77	1100.	31.3	7.0	
23	SSIKUJIKUJIKUJIKU	1	----	---	---	---	---	---	20.	20.	.2
26	SOUKASOU	1	----	---	---	---	---	---	20.	20.0	.2
30	SEIKUJIKUJIKUJIKU	5	7.	6.	0.	21.5	.74	100.	24.2	1.0	
35	TEKUSI	1	----	---	---	---	---	---	20.	20.0	.2
44	SEIKUJIKUJIKU	70	80.	80.	2.	13.2	1.20	200.	12.1	0.1	
45	SEIKUJIKUJIKU	10	40.	42.	0.	12.0	.73	414.	20.1	2.0	
68	SEIKUJIKUJIKU	10	60.	62.	10.	21.4	1.23	1000.	100.0	10.0	
51	SEIKUJIKUJIKU	1	----	---	---	---	---	---	20.	20.0	.2
57	TEKUSI	21	32.	20.	0.	4.2	.44	322.	14.7	2.6	
58	TEKUSI	0	114.	20.	24.	27.9	.33	224.	53.0	2.9	
59	KYOKU	3	30.	20.	24.	11.0	.33	110.	30.7	.7	
69	TEKUSI	1	----	---	---	---	---	---	20.	20.0	.2
61	TEKUSI	3	60.	60.	20.	30.0	1.04	600.	200.0	6.0	
73	KUZAI	0	140.	134.	12.	43.9	1.09	324.	40.3	2.2	
74	TEKUSI	1	----	---	---	---	---	---	20.	20.0	.2
75	KUZAI	3	100.	40.	0.	23.0	.27	204.	84.7	1.7	
77	KUZAI	10	140.	132.	10.	42.0	.93	400.	40.0	3.1	
78	KUZAI	10	110.	20.	12.	30.0	.62	470.	30.0	3.2	
79	KUZAI	13	30.	20.	10.	10.	.33	200.	14.7	1.7	
80	KUZAI	0	20.	20.	42.	20.1	.27	440.	75.3	3.0	
81	KUZAI	4	42.	14.	13.	33.0	.74	100.	40.0	1.2	
GR	TOTAL	303	----	---	---	----	----	1422.	----	100.0	

图-11



共通作業			部位別作業				
作業分類	品番	作業内容	部位	品番	作業内容		
準備	準備	01 身仕渡、着替	柱	71	鉛直建込の検査		
		02 読図(図面を見る)		72	71の修正・ゆがみ直し		
		03 検討(考える)		73	部材建起し		
		04 指示・指導・打合せ		74	正しい位置にあわせる		
	計測墨出	07		部材加工用墨出し	75	保持	
		08		部材の寸法測定	76	組立て(釘うち)本どめ	
		09		組上ったものの寸法測定	77	計測	
		整理片付		12	材料の準備・整理・片付	78	墨出し
				13	工具の準備・整理・片付	79	切断
	14			作業場の整理・片付	80	桧木打ち	
	運搬	17		材料の探索	81	針金で仮止め	
		19		〇〇を運ぶ	梁	71	正しい位置にあわせる
	足代準備	23		足代材料を運ぶ		72	柱にとりつける(本止め)
		24		足代を作る		73	部材持上げ
25		足代を直す	74	セパレータ配布			
26		その他の足代作業	75	通りの検査			
付随作業		30	全般的製作	76		部材に仮止めする	
		31	部材に小物を取付ける	77		保持(仮止めまでささえる)	
	32	型枠のすきまをふさぐ	78	梁側にとりつける(梁底)			
	33	検査	外周壁	71	F階パネルの解体		
	34	修正(建込前)		72	パネルの修理		
	35	修正(建込後)		73	付着したコンクリートはがし		
	36	セパレータ穴あけ直し		74	滑車で引上げる		
番線作業	37	番線こしらえ		75	基準パネルの設置		
	38	番線直し		76	鉛直建込の検査		
	39	番線じめ		77	76の修正ゆがみ直し		
	40	くさり等による補強		78	釘うち		
主	セパレータ作業	43	セパレータ組立て	79	保持		
		44	セパレータ穴あけ	80	正しい位置に合わせる		
		45	セパレータを通し、フォームタイはめる	81	部材に小物をとりつける		
	ばた材作業	46	45の補助	82	たて桧をとりつける		
		49	ゲージ仮止用釘打ち	83	パネルのスキマふさぎ		
		50	ゲージ仮止用針金巻き	84	セットする(引き上げのため)		
作	墨出し	51	ゲージ仮止用釘打込み	85	ロープかけ		
		52	ゲージ仮止め	間仕切壁	71	寸法測定・墨うち	
		53	ゲージ設置		72	切断	
		54	フォームタイ締めつけ		73	桧木のとりつけ(釘うち)	
	71	コンクリートはつり	74		保持		
	72	基準墨をあげる	75		部材を正しい位置にあわせる		
	73	基準墨出し	76		部材に小物をとりつける		
	74	トランシットを据える	77		はくり剤をぬる		
75	所々にマーク	78	窓取つけ(正しい位置にあわせる)				
業	揚重	76	墨打	79	窓取つけ(本止め)		
		77	小墨出し	80	窓取つけ(寸法あわせ)		
		78	トランシットをのぞく	81	窓取つけ(切断)		
		71	ウインチ操作	82	窓取つけ(その他)		
		72	荷おろし	床	71	ライトゲージ(根太)をバタ材にわたす	
		73	ロープをはずして、もどす		72	ライトゲージの固定	
		74	ロープをかける		73	スラブ材の製作(寸法測定・切断)	
75	引上げ	74	スラブ材の固定(釘うち)				
76	ロープをはずす	75	小物の取り付け(インサート等)				
77	ロープをはずす	76	桧木の製作・打ちつけ(スラブ材に)				
余裕その他	57	移動	77	スラブ材を正しい位置にあわせる			
	58	手持	78	材料持ちあげ			
	59	休憩	81	大引の製作			
	60	意味不明の動作	82	バタ材の保持・持ちあげ			
	61	不在	83	バタ材を梁・柱等に固定			
			84	サポートの保持			
		85	サポートの固定(釘うち)				
		86	サポートのしめつけ				

表-4



部 位	工 程	1チーム 作業人数 (人)	正 味 作 業						正味作業 合計%	余裕その他 %	合 計 %				
			準備作業%	主作業%	付随作業%	準備作業%	主作業%	付随作業%							
墨し 出	1. 墨出し	4	.02	6	.07	19	—	—	.09	25	.27	75	.36	100	
	柱	2. 柱・梁せき板材揚重	5	.31	30	.34	33	—	—	.65	63	.38	37	1.03	100
		3. 柱せき板建込み	1	3.21	35	4.65	50	.09	1	7.95	86	1.26	14	9.21	100
		4. 柱支保工設置	1	1.02	44	1.25	53	—	—	2.27	97	.06	3	2.33	100
梁	5. 梁側せき板建込み	3, 4, 5	1.13	18	2.20	35	.38	6	3.71	59	2.62	41	6.33	100	
	6. 梁底せき板建込み	4	.51	25	.92	45	.11	5	1.54	76	.49	24	2.03	100	
	7. 梁側支保工設置	1	.65	38	.89	53	—	—	1.54	91	.15	9	1.69	100	
	9. 小梁建込み	4	.23	26	.26	30	.04	5	.53	60	.35	40	.88	100	
	10. 梁下支保工設置	1	.46	32	.57	40	.29	20	1.32	92	.12	8	1.44	100	
	外 周 壁	11. 外周壁大パネル受角材設置	4	.12	19	.21	33	—	—	.33	52	.31	48	.64	100
12. 外周壁大パネル引揚げ		4	.20	13	.50	32	—	—	.70	45	.85	55	1.55	100	
13. 外周壁大パネル建込み		3	.69	18	1.83	48	.18	5	2.70	71	.08	29	3.78	100	
14. 外周壁大パネルセパレータ通し		2	.09	24	.25	66	—	—	.34	92	.03	8	.37	100	
16. 外周壁大パネル剝離剤塗布		1	.05	10	.45	90	—	—	.50	100	—	—	.50	100	
17. 外周壁ふさぎ片側壁建込み		1	1.70	32	3.50	66	.07	1	5.27	99	.04	1	5.31	100	
間 仕 切 壁		18. 間仕切片側壁せき板建込み	1	5.29	47	5.05	45	.75	7	11.90	98	.21	2	11.30	100
		19. 間仕切ふさぎ片側壁せき板建込み	1	2.13	31	4.41	64	.36	5	6.90	100	.02	0	6.92	100
壁		20. 壁支保工設置	1	1.88	47	1.79	45	—	—	3.67	92	.33	8	4.00	100
		21. 壁開口部取付け	1	4.88	36	7.61	57	.97	7	13.46	99	.19	1	13.65	100
床		23. 床支保工建込み	1	.61	17	1.36	39	—	—	1.97	56	1.56	44	3.53	100
	24. 床せき板材揚重	6	.02	8	.17	71	—	—	.19	79	.05	21	.24	100	
	25. 床せき板建込み	1	1.22	27	1.42	32	—	—	2.64	59	1.83	41	4.47	100	

表一5 各工程の型わく単位面積当りの所要工数(単位:人分/㎡)

工数(工数;各作業の各作業の所要時間を,その工程で作業した作業員全員について集計したもの=延時間)として工程別に集計して表一5に示す。

表一5において正味作業とは,全作業から「余裕その他」を除いたものをいう。

### 5.3 型わく材料供給の実態

本現場で使用された主な型わく材料を,部位別にまとめ,各材料の供給方式を示したものが表一6である。

各材料は,それが使用される工程の直前に工事前仮設開口部を利用して,ウインチで揚重され,前もって揚重しておいて作業階に永い間仮置しておくことはなかった。

表一6に示した以外の,サッシュアンカー,インサート,カーテンウォール取付用アンカーなども同様の方法で供給されていた。これらのものは,すべて新規搬入材

であり,供給が不円滑になると工程に大きな支障をきたすため,比較的管理が厳密であった。

型わく材料	部 位	柱	梁	外周壁	間仕切壁	床	揚重方法
せき板	大パネル			○			B
	下拵済合板	○	○				A
	合板素板			○	○	○	A
支保工	締付金物	○	○	○	○		A
	C型钢ばた材	○	○	○	○	○	A
	鋼管支柱		○			○	A

注:○印は使用するもの。揚重方法でAはウインチを使用するもの, Bは滑車で引揚げるもの

表一6 各部位の使用型わく材料と揚重方法

### 5.4 部位別の型わく建込工数

表-3に示した27の各工程を部位別に集計して、各工程における作業者の稼働分析結果を合計し、各部位の型わく建込みの作業量(工数)を求め表-7に示す。

表-7の結果は作業量(工数)としては、一般にいわれている(10㎡~20㎡/人・日)よりも能率の良い値を示している。これは以下の理由による。

- i) 「下拵え加工」工程が含まれていない。
- ii) 「休憩」の時間が含まれていない。
- iii) 測定中に大きなトラブルが生じなかった。
- iv) コンクリート打設時の型わく保守など、直接生産に寄与しない作業を含んでいない。

表-8に各部位の「材料揚重」、「せき板建込み」、「支保工設置」の各工程の型わく単位面積当りの工程を示す。また、図-12に各工程の工数の比率を示す。

項目	型わく単位面積当り 所要工数(人分/㎡)	1日(8時間)当り型わく 建込面積(㎡/人日)
柱	12.73	37.7
梁	12.55	38.2
外周壁	10.08	47.6
間仕切壁	13.11	36.6
床	8.25	58.2

表-7 部位別の工数

部位	工程	材料揚重	せき板建込	支保工設置
柱		1.05	9.21	2.33
梁		1.05	8.36	3.13
外周壁		1.56	5.19	4.00
間仕切壁		※	9.11	4.00
床		.24	4.47	3.53

注: ※印はデータがないため除外した

表-8 部位別の型わく単位面積当りの各工程の所要工数(人分/㎡)

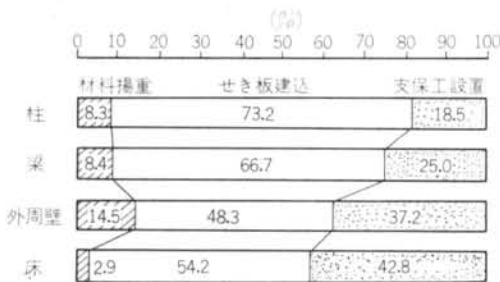


図-12 各部位の工程の工数比率(%)

## § 6. 結果の考察

### 6.1 作業者の稼働分析

各工程における作業者の稼働分析の結果を表-5に示したが、観察および測定結果から問題点の多い工程を抽出するために、以下の10の観点から分析を試みた。

- ①型わく単位面積当りの建込工数が大きい。
- ②型わく単位面積当りの「余裕」工数が大きい。
- ③余裕率〔(余裕工数/合計工数)×100〕が大きい。
- ④型わく単位面積当りの「手待ち」工数が大きい。
- ⑤正味作業に対する主作業工数の比率が低い。
- ⑥型わく単位面積当りの「手直し」作業の工数が大きい。
- ⑦型わく単位面積当りの「材料小運搬」工数が大きい。
- ⑧型わく単位面積あたりの作業の工数が大きい。
- ⑨型わく単位面積あたりの「考える」作業が大きい。
- ⑩型わく単位面積あたりの「材料準備」作業の工数が大きい。

上記の各検討項目について、今回の調査結果から問題

項目	順位 評点	1	2	3	4	5
		5	4	3	2	1
①型わく単位面積 当りの建込工数 が大きい	工程	21	18	3	19	5
	人分/㎡	13.65	11.30	9.21	6.92	9.33
②余裕の工数が大 きい	工程	5	25	23	3	12
	人分/㎡	2.62	1.83	1.56	1.26	.85
③余裕率が大きい	工程	1	12	11	23	25
	%	75	55	48	44	41
④「手待ち」の工数 が大きい	工程	12	5	23	3	25
	人分/㎡	.82	.79	.69	.46	.43
⑤正味作業に対す る主作業の比率 が低い	工程	10	18	9	20	2
	%	43	47	48	49	52
⑥「手直し」作業 の工数が大きい	工程	18	19	5	17	3
	人分/㎡	.39	.35	.18	.07	.02
⑦「材料小運搬」 の工数が大きい	工程	21	18	20	19	3
	人分/㎡	2.88	2.48	1.58	1.41	1.14
⑧「現場加工」作 業の工数が大き い	工程	21	18	19	3	17
	人分/㎡	6.21	3.04	1.59	1.17	1.02
⑨「考える」時間 が多い	工程	21	18	3	17	6
	人分/㎡	1.85	1.25	.47	.38	.16
⑩「材料準備」作 業の工数が大き い	工程	18	3	25	9	19
	人分/㎡	.43	.38	.30	.18	.10

表-9 各検討項目と問題となる5工程

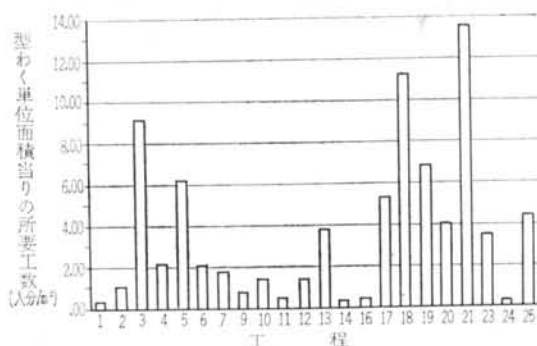


図-13 各工程の型わく単位面積当りの建込所要工数

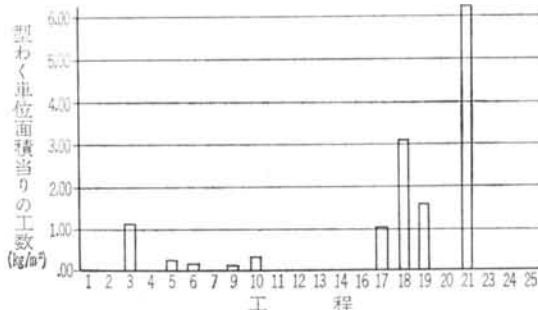


図-14 各工程の「材料加工」の型わく単位面積当りの工数

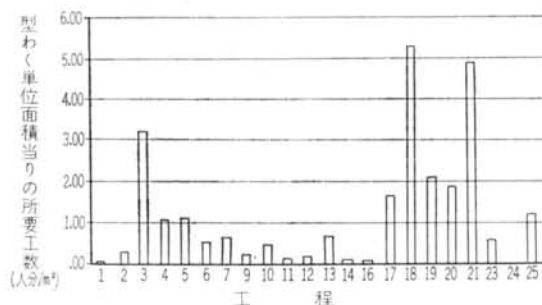


図-15 各工程の「準備作業」の型わく単位面積当りの工数となる5工程を取り出して、整理したものが表-9である。

各工程の型わく単位面積当りの建込工数の比較を図-13に示す。

壁建込工程（工程11～21）のうち、間仕切壁に関連した3工程（工程18, 19, 21）が、型わく単位面積当りの建込工数の最も大きな5工程のうち3工程を占めている。この工程は、せき板として合板素板が用いられており、加工の必要なものは現場で加工することを主体にしているため、現場での「材料加工」の工数が大きくなる。それにともなって、準備作業（読図、考える、打合せ）の時間が大きくなり、それらが全体の作業時間に影響して、型わく単位面積当りの建込工数が大きくなったと考えられる。

順位	1	2	3	4	5
問題の多い工程	18 間仕切片側壁せき板建込み	21 開口部取付け	3 柱せき板建込み	5 梁側せき板建込み	19 間仕切ふさぎ片側壁せき板建込み
評点合計	30	20	18	13	12

表-10 問題の多い工程の順位と評点合計

図-14に各工程の型わく単位面積当りの「材料加工」作業の工数、図-15に「準備作業」工数の比較を示す。

「手直し」、「現場加工」、「考える」作業の多い工程はいずれもせき板建込工程であり、「3・柱せき板建込」工程はすでに下拵え加工を終えたせき板を用いているにもかかわらず、「手直し」、「現場加工」、「考える」などの作業が多いということには問題がある。この原因としては、

- i) 下拵えの精度が悪かった。
- ii) 先行工程（鉄筋、鉄骨、コンクリート）に問題があった。

などが考えられる。

「材料準備」作業は、使用材料の選定がその主なものであるが、これも仮置時に分類整理して置くなどの方法を講ずることによって、その作業工数を削減することができる。

「壁開口部取付け」工程は、扉の出入口枠の加工取付作業について測定分析したが、型わく面積が少ないわりに形状が複雑なため、型わく単位面積当りの工数では大きな値になったものである。

以上、種々の観点から検討を試みたが、総合的にみて問題の多い工程を抽出するために順位1～5の順に評価得点5～1を与え10の検討項目すべてについて各工程の合計評価得点を求め、評価得点の大きい5工程を取り出して示したものが表-10である。

表-10に示された5工程は、いずれも表-9の検討項目①の型わく単位面積当りの建込工数の大きい工程に含まれているものであり、その順位も、ほぼ表-9の傾向と一致している。

各工程の1階分建込面積（㎡）を表-11に、1階分建込工数を図-15に示す。

図-16から、「22・床支保工建込み」、「25・床せき板建込み」など床の型わく建込みに関連した工程に多くの工数を必要としていることがわかる。ただし、床の型わく建込みに全体の工数の30%を占めている（工程8, 15, 22, 26はデータがないため除く）。

床の型わく建込みに関連した工程の単位面積当りの所

要工数は、図-13からも明らかのごとく、他の工程に比較して著しく大きくはないことから、これは単に型わく

面積が大きいことに帰因している。

工 程	1階分建達面積 (㎡)	工 程	1階分建達面積 (㎡)
1. 墨出し	1,476	13. 外周壁大パネル建込み	218
2. 柱・梁せき板材揚重	363	14. 外周壁大パネルセバレータ通し	218
3. 柱せき板建込み	90	16. 外周壁大パネル剝離剤塗布	218
4. 柱支保工設置	90	17. 外周壁ふさぎ片側壁建込み	107
5. 梁側せき板建込み	157	18. 間仕切片側壁せき板建込み	73
6. 梁底せき板建込み	42	19. 間仕切ふさぎ片側壁せき板建込み	95
7. 梁側支保工設置	157	20. 壁支保工設置	168
9. 小梁建込み	75	21. 壁開口部取付け	27
10. 梁下支保工設置	198	23. 床支保工建込み	392
11. 外周壁大パネル受角材設置	218	24. 床せき板材揚重	392
12. 外周壁大パネル引揚げ	218	25. 床せき板建込み	392

表-11 各工程の基準階1階分の型わく建達面積

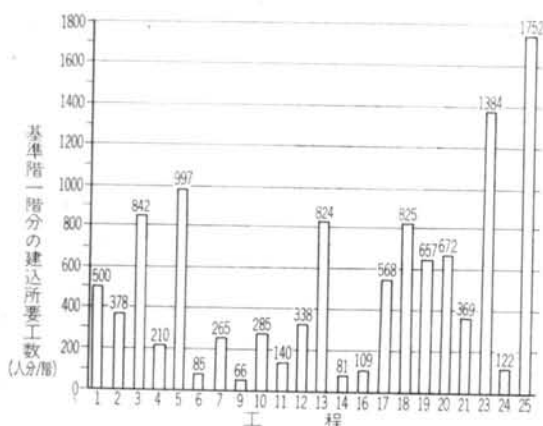


図-16 各工程の基準階1階分の建達所要工数

## 6.2 型わく材料供給の実態

### (1) せき板

柱、梁、床、外周壁外側のせき板の供給は、新規搬入材（消耗材）転用材とも比較的円滑であったが、表-9からも明らかのごとく間仕切壁に使用するせき板（合板素板）の供給が円滑でなく、「材料探し」および「材料小運搬」に時間を要した。

柱、梁、床のせき板材は建込工程の直前に組織的に揚重したためにその供給は円滑であったといえる。また外周壁外側のせき板は、直下階の解体後の大パネルを滑車で引き上げる方式を採ったため材料の供給に関しては円滑であった（大パネル1枚の引き上げ時間は、作業員4人で1.16分であった）。

### (2) 支保工

支保工、特にC型鋼ばた材はすべての部位に使用されており、その設置工程は、4、7、20である。これらの工程で、「材料探し」および「材料小運搬」作業が、正味作業に対して占める工数の割合は、各々68%、35%、43%で、いずれも他の工程（0~30%）に比較して大きい。このことから支保工でも特にC型鋼ばた材の供給が円滑でなかったことが明らかである。

### (3) 間仕切壁建込工程における材料供給の問題点

間仕切壁建込工程で使用される主な型わく材料は、①せき板（合板素板）、②締付金物、③C型鋼ばた材であるが、前項(1)および(2)よりこれらの供給が著しく悪かったことが明らかとなった。その原因として以下が考えられる。すなわち、

- i) 各工程に必要な材料の計画が不十分であった。
- ii) すでに柱、梁の型わくが建込まれ、作業場が狭く、材料運搬の条件が悪かった。
- iii) 揚重後の仮置状態が悪く材料探しをともなった小運搬が多かった。
- iv) 型わく解体後の材料の管理が悪かった。
- v) 揚重設備の能力が不足していた。

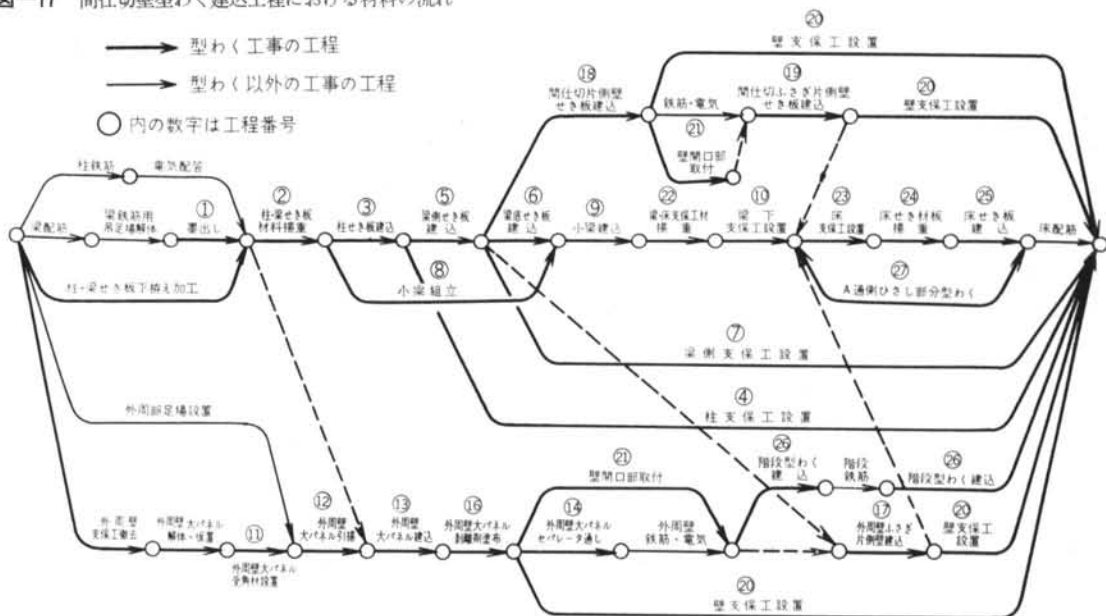
間仕切壁型わく建込工程における材料の流れを、製品工程分析の記号を用いてあらわしたものが図-17であるが、上記の結果をもとに検討すると、各材料の流れの結合点において問題の発生することが考えられ、そこを管理の重点とすることによって、材料供給に関連した問題を効果的に改善できることがわかる。

## 6.3 工程分析

表-3に示した各工程の相互関係と他の工事（仮設、



図一17 間仕切壁型わく建込工程における材料の流れ



図一18 基準階における型わく工事を中心とした工程

鉄筋、電気・設備工事)との関連を示せば図一18のネット・ワークのごとくである。図一18から判断して、本現場の型わく工事の工程の組み方は多くみられるパターンを示している。

本工事の場合、ほかの工事との特別に複雑な関連はなく、その意味では工程上大きな問題はなかった。

作業者の稼働分析の結果から「3・柱せき板建込み」、「5・梁側せき板建込み」、「18・間仕切片側壁せき板建込み」、「20・間仕切ふさぎ片側壁せき板建込み」、「23・床支保工建込み」、「25・床せき板建込み」工程に所要工数の点で問題があることが明らかになったが、特に工程3および5は、後続に間仕切壁、床に関連した多くの工程があり、全体工程に支障をきたさないようにするためには、この2工程を徹底して管理する必要がある。

#### 6.4 部位別の工数

図一19は型わく単位面積当りの建込所要工数を部位別に表わしたものであるが、間仕切壁が最も大きく、床が最も小さいが間仕切壁に関連した各工程は、前述のごとく、多くの問題を含んでいるためこのような結果となったと考えられる。



図一19 各部位の型わく単位面積当りの建込所要工数

間仕切壁と外周壁との能率の差は、せき板として、前者が合板素板を使用したのに対して、後者が大パネルを使用したためと考えられる。しかし、その差が約20%と比較的小さいのは、外周壁内側のせき板には、従来の合板素板を用いていることと、外周壁大パネル引揚げ工程で、作業グループの中での手待時間が53%と大きいことが理由と考えられる。

図-20は各部位の型わくについて、基準階1階分を建込むための総工数を示したものであるが、外周壁および床の型わく建込みの工数が大きい。図-19の結果と考え合わせると、これは床の1階分の建込面積が他の部位に比較して大きいことによっていると考えてさしつかえない。



図-20 各部位の基準階1階分の型わく建込みに要する総工数

### 6.5 工事日誌の出面から算出した能率との比較

工事日誌によれば、4階の型わく建込みに72人日を要した。フィルム分析のデータは i)階段型わく (2人×5日=10人日), ii)A通廊庇わく (4人×2日=8人日), iii)下拵え加工 (8人×1日=8人日), iv)コンクリート打設時の型わく保守 (2人×1日=2人日), v)世話役 (0.5人×8日=4人日<半日は雑用と考える>), vi)手元 (1人×8日=8人日)などは含まない。

したがって、工事日誌の工数(72人日)からこれらの工数(合計40人日)を差引いた32人日が、フィルム分析と同一条件の工数である。

また、フィルム分析より求めた1階建込み分の所要工数は、図-16の各工程の工数を合計して11,469人分(1

日実働8時間として24人日)である。

表-12に、工事日誌とフィルム分析による工数を比較して示す。

	所要工数(人日)
工事日誌	32
フィルム分析	24

表-12 工事日誌とフィルム分析の比較

両者の差は1階分8人日で、これが今回のフィルム分析では把握できなかった直接生産に寄与しない要素と考えられる。

## § 7. 調査分析方法に対する検討

### 7.1 データ収集方法

作業者の稼働分析のデータ収集方法として、今回16mm撮影機によるメモ・モーション手法を用いた。表-13に、今回の経験から16mmメモ・モーション技法の利点、欠点を、8mmメモ・モーション技法、清水式アナライザーによる直接観測法、ストップ・ウォッチによる直接観測法と比較して示す。

今回メモ・モーションの撮影間隔は1コマ2/100分としたが、これは、直接観測法を採った場合に測定できる最小単位がこの程度であるという理由による。2/100分の撮影間隔は80分に1回のフィルム交換が必要なこと、(100フィートフィルム1本で4,000コマ)分析に時間を要することなどから、かなり厳密な分析を要求される場合以外は、フィルム代、分析能率の面から考えて不利である。

また、建築現場特有の撮影上の問題点として以下の事項があげられる。

- (i)組作業が多く作業者全員を画面内に収められない場合がでてくる(広角レンズを用いて全員を画面内に収めようとする、各作業者の動きがわからなくなる)。

測定手法	間 接 観 測 法		直 接 観 測 法		備 考
	16ミリ・メモ・モーション	8ミリ・メモ・モーション	清水式アナライザー	ストップウォッチ	
測定費用	高い	やや高い	安い	安い	フィルム代、測定用紙代
測定分析精度	大変良い	良い	普通	悪い	
分析能率	悪い	大変悪い	良い	普通	
測定人員	少ない(1名)	少ない(1名)	やや多い	多い	
測定時の機動性	悪い	悪い	悪い	良い	
再現性	ある	ある	ない	ない	

表-13 各測定手法の比較

- (ii) 作業者の移動が頻繁でカメラを固定しておくことができず、常に撮影者が1人ついて対象を追いつけなければならない。
- (iii) カメラの設置可能な場所が少ない。
- (iv) 視界が悪く作業者が物のかけに入ることが多い。
- (v) 上下作業（例えば揚重作業）などは、カメラを2台用いない限り一方の作業しか撮影できない場合が多い。

## 7.2 データ処理方法

今回の調査結果のデータ処理の流れを図一7に示したが、ここで問題となった点は以下の3点である。

- (i) フィルム分析に労力を要した。延67時間分のフィルム（5,000フィート）の分析に分析者2名で約2カ月を要した。
- (ii) 清水式アナライザーによって打出されたデータ・シートからパンチ・カードを作成するまでの間でのミスが多く、そのチェックが難しかった。
- (iii) 清水式アナライザーの記憶容量の制限から1工程の作業人数が10人以下、作業数100以下に限定された。

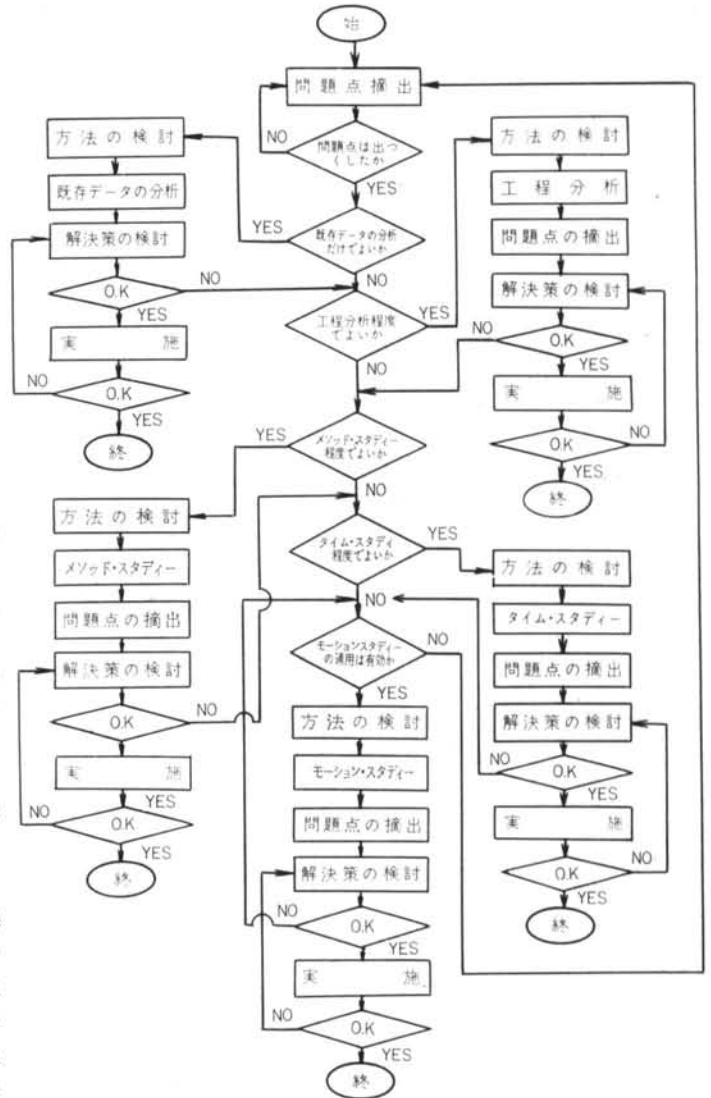
以上の3点が解決されれば、データ収集後の処理能力が向上されて、フィードバックが迅速になり、適用した場合の効果にある程度の期待が持たれる。また、本システムによって得られた情報とコンピュータによる種々のシミュレーションを関連づけることによって、問題解決の能力は、一層向上すると考えられる。

しかし、今回われわれが採った調査分析方法は必ずしも調査の目的に適切であるとはいえず、調査の目的を明確にした上で適切な方法を選定する必要がある。

その際には、以下の4つの条件を十分吟味しなければならない。

- (i) 期限
- (ii) 人員
- (iii) 費用
- (iv) 現場の状況

図一21に調査方法の選定ステップとその運用の概念図を示す。



図一21 調査手法選択のステップと運用の概念図

## § 8. 結言

ここに示したものは「合板素板工法」による型わく工事の1例にすぎない。これをもって型わく工事の能率全般を論ずることはできないが、1つの傾向を捉えることができた。すなわち

- (i) 各部位とも「せき板建込み」に多くの工数（50～75%）を要している。
- (ii) 「柱せき板建込み」工程など、下拵え加工が完了しているせき板でも現場加工作業（正味作業の15%）



が必要である。

(ii)「支保工設置」工程など、組織的な材料供給が行なわれぬ工程では「材料探し」、「材料小運搬」作業とそれに付随した作業の時間が大きくなり（正味作業の35～70%）能率が低下した。

(iv)床の型わく単位面積当りの建込工数は他の部位に比較して小さい。

(v)間仕切壁の型わく単位面積当りの建込工数は他の部位に比較して大きい。

また、今回の調査で採用したメモ・モーション手法は再現性があり分析の精度は高いが、費用、分析能率の点で不利であり、データのフィードバックが遅れるため、このまま現場に通用することはむずかしい。

#### ＜参考文献＞

- 1) S. A. Regalbuto: "Film Analysis Techniques for Method and Measurement" Journal of Methods-Time Measurement Vol. 17 1972年2月
- 2) W. B. Kennedy: "Video Methods Analysis" Journal of IE 1973年2月
- 3) John Sutton: "Planning a Work Study Project" Work Study & Management Services 1972年4月
- 4) John W. Fondahl: "Photographic Analysis for Construction Operation" Journal of the Construction Division, ASCE 1960年5月
- 5) S. M. Bucaram, J. H. Sullivan: "A Data Gathering and Processing System to Optimize Producing Operations" Journal of Petroleum Technology 1972年2月
- 6) Thomas G. Kay: "Timeless Work Sampling" Journal of IE 1972年6月
- 7) Kenneth K. Kopp: "Computer Program for Time Study Analysis" Journal of IE 1967年2月
- 8) Howard B. Sprinkle: "Analysis of Time-lapse Construction Films" Journal of the Construction Division, ASCE 1972年9月
- 9) 庄野和男: "8mmメモ・モーションによる作業測定" 日刊工業新聞社
- 10) 永井久雄: "型枠の施工報告" 建築学会研究報告 1953年10月
- 11) 甲斐 登他: "コンクリート・アパートの型わく工事に関する調査報告" 建築学会研究報告第10号 1951年4月
- 12) 井上 健他: "各種コンクリート・アパートの現場作業工程と労務工数の調査報告梗概" 建築学会研究報告
- 13) 成田三千穂: "某ビル工事の型枠建込み作業における粗動作の測定" 日本建築学会大会学術講演梗概集 昭和44年8月
- 14) 成田三千穂: "型枠の建込みと鉄筋組立作業に関する現状分析" 日本建築学会大会学術講演梗概集 昭和43年10月
- 15) 渡辺 昇: "型枠工事の運搬管理" 日本建築学会論文報告集号外 昭和42年10月