

報 文

安治川サイロにおけるスライディング フォームの実施について

正 員 橋 好 茂*
准 員 大 西 英 雄**

SLIDING FORM OPERATION ADOPTED IN CONSTRUCTION WORK OF THE AJIKAWA SILO

(JSCE April 1955)

Yoshishige Tachibana, C.E. Member, Hideo Ohnishi, C.E. Assoc. Member

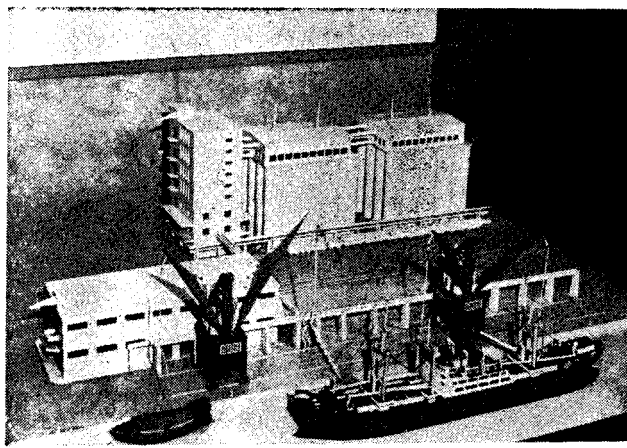
Synopsis This report consists the state of operation and the study of its result of the bin-concrete work which adopted the sliding form for the construction of the Ajikawa Silo.

要旨 安治川サイロ建設に際しビンコンクリート工事に滑動工法を採用して良好な結果を得た。本報告はその作業の概要を収録したものである。

1. 緒 言

大阪港における輸入麦類の水切より発送に至る荷役経費の節減、保管施設の改良増強を計るために吸揚、計量、封袋、発送等を自動的に行う機械設備、保管ビン及びこれに付帯する上屋、繫船施設を含む近代的サイロを大阪市港区安治川左岸に建設することにした。本施設の取扱目標は年間 20 万 t でこれに要するビン保管容量は 25 000 t、受入能力は 240 t/h、出貨能力は 200 t/h である。工事は 2 期に分け、第一期工事は容量 12 500 t のビン及び他の全施設を建設することにし、昭和 28 年度に着工、30 年 3 月に完成の予定である。

写真—1



* 大阪市港湾局第一建設事務所長

** 大阪市港湾局第一建設事務所

残り半分のビンはこれを運転しながら増設の予定で、その完成の姿は写真—1の模型に示すとおりである。本文では、このうち第一期ビン建設工事に採用した滑動工法の実施について報告することにする。本工事は仮設備工材料供給を大林組施工、滑動工事は大阪市直営施工とした。

2. ビンの概要 (図—1 参照)

- | | | |
|-------|----|---------------------------|
| a) 主体 | 構造 | 鉄筋コンクリート造り |
| | 大小 | 外径 6.2 m, 壁厚 18 cm, 20 cm |
| | 高さ | 地上 25.1 m, 地下 8.3 m |
| | 個数 | 4 列×5 行=20 個の集合体 |
| b) 基礎 | 構造 | 鉄筋コンクリート造り |
| | 大小 | 6.8×8.8×24 m 角形 |
| | 深さ | 地下 32 m (圧気工法で沈設) |
| | 個数 | 6 基 |

このうち滑動工法を利用したのは地下 2.3 m の深さのコンベヤー室隔壁上面より地上 24.7 m の頂版ハンチ下までの高さ 27 m の部分で、コンクリート全断面積は 80m²、コンクリート量は 2 160 m³ である。

3. 滑動工法による計画理由

本ビンの穀物保管上よりの水密性の要求より、打継目のない良質稠密なコンクリートをうる事が第一条件とされ滑動工法に着目した。本工法により経済的、かつ施工が容易な条件として

- 同一平面形状を持ち鉛直断面が一定であること。
- 施工基面が同一であること。
- 高さが 8~10 m 以上であること。

が必要であるが前述施工範囲においてはビン構造は

付面への支圧を減ずるとともに、継手は旋盤仕上し図のごとき鋸付太柄を用いた。継手は施工中ジャッキ不良と操作不馴れのため再三離間し、また型枠に高低差が生じたときなど傾斜し、ジャッキが利かず矯正を要したが、当初一番心配したバックリングを生じたものはなかつた。

(e) 作業台(図-3 参照) 井桁状の型钢製ハリを内側上横棧上に架け、この上に3寸角を並べ2.4 cmの床板を張り、コンクリート打込、鉄筋組立、ジャッキ操作をする床とした。菱形ピンにも型钢を組み、そのうち6個はコンクリート用フロアホッパーをのせた。作業台は本工においては内枠天端より20 cm高く、コンクリートの投入、突固めに不便でロスが多く、また水平筋の組立も不便であつた。今後作業台は内枠天端に一致するように横棧位置をきめるべきである。

(f) 鉄筋ロッド遣形(図-3 参照) ヨークに長さ4 mの角材を緊結して図のごときロッド遣形をつくり、またヨーク上1.5 mの高さに内側に鉄筋位置の半径に合わせた8分板を打ちつけ鉛直鉄筋の支えとした。

(g) 測定設備(図-3 参照) 型枠の水平及び滑揚高は蝶ネジでロッドにとりつけられた指示針とヨークにとりつけられたスケールにより測定する。ロッドには20 cmごとに目盛してありこれに指示針を合わせスケールの読みをとると滑揚前の読みとの差より水平の検照、滑揚高の測定ができる。普通の水準測量の方法は実験において作業台の微動のため誤差が大きく実用にならぬことがわかつたため適用しなかつた。

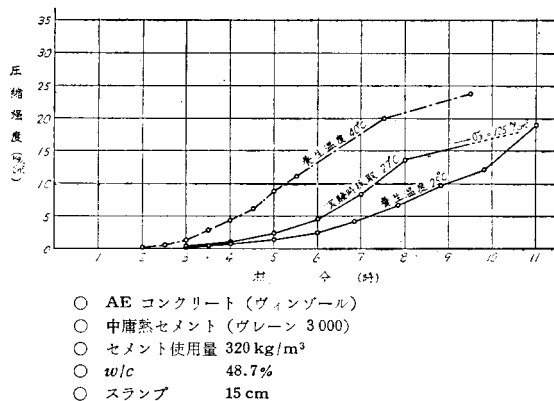
(h) 吊足場(図-3 参照) ピン内外の表面仕上げ、脱型したコンクリートの検査のためにヨークより型枠下縁下80 cmの高さに吊足場をこしらえた。吊足場は豆板補修などに対する余裕をもたせるため型枠下1.2 m くらいの高さがよいと思われる。

5. 予備実験

工期の関係から8月に施工と決定したのでコンクリートの硬化と滑揚速度の関係、型枠の変形などを調べさらに具体的な作業計画をたてるため、実験室において種々のコンクリート試験を行うとともに29年7月31日に、実物大サイロピン4個の集合体(高さ2 m無筋コンクリート造り)を実際の型枠を用いてコンクリート打した。

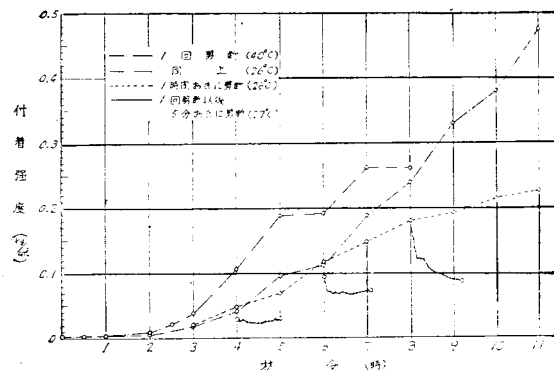
1. 型枠の滑揚方法 図-4、図-5の試験結果をみると、初期圧縮強度の点では滑揚速度を30 cm/h程度(打込後3時間で脱枠)まであげても心配はないが

図-4 コンクリートの初期圧縮強度



- AE コンクリート (グインゾール)
- 中庸熱セメント (ヴレーン 3000)
- セメント使用量 320 kg/m³
- w/c 48.7%
- スランブ 15 cm

図-5 コンクリートの初期圧縮強度



付着強度は気温、滑揚速度(材令)、滑揚間隔の三者に関係しており実際の値は不明であり、具体的に実物大の実験により調べてみた。実験は28°Cの気温のもとに1.5~6分の間隔で5~40 cm/hの上昇を行つたが28°Cの気温では20 cm/h以上の滑揚速度が望ましいことがわかつた。コンクリートの最大配給能力が25 cm/hであるので20 cm/hを標準にしてでき上りコンクリートの温度が28°C以下になるように混練水を約5°Cまで冷却することにした。またジャッキの最大揚程4 cmを考へて滑揚間隔は12分以下とすることにした。滑揚速度の決定に当つては、型枠の高さ、仮設備、作業員数などの決定の際に上述のごとき硬化速度の面からの希望速度を考慮して、もつとも経済的にして合理的な解決をするのが望ましい。

2. 作業方法(特にジャッキの操作法) 実験においては1ピン1人づつのジャッキマンにより巡回操作を行い、コンクリート打ちは別の作業員にやらせたが、この方式であるとロッドへ偏心力を与えかつ作業の閑繁差がはなはだしく、連続作業に耐えられないと思われるので、後述の同時操作法をとることにした。

3. 型枠の変形 ピン外側接点部が力学的不均衡の

ため、コンクリートの流動圧により外へ押出され垂れさがる傾向があつたので、補助ヨークをとりつけ内外枠を連結するとともに 図-2 に示すごとくタイボルトで菱形枠と連結した。

なお実験に際してロッドの載荷重の測定を京大成岡教授に御願ひしたが、実測結果によると型枠の剛性による荷重の増加はきわめて小さく、ロッドのバックリング、ジャッキ操作にもこの面よりは心配のいらぬ*

* ことがわかつた。

(a) コンクリートの配合、練上、運搬 (図-6 参照) 配合は表-1 のとおりである。ミキサは 21 切 2 台で A, B バッチャープラントを設備し、別に予備ミキサ 1 台を用意した。コンクリートの均一化と温度上昇防止のため、砂置場は屋根覆いし砂利は撒水冷却しさらに混練水用冷却槽 (水投入) をつくつた。

表-1 コンクリート配合計画表 (1 m³ 当り)

骨材最大寸法	スランブ	セメント量	水量	w/c	砂 (表面乾燥)	砂 利 (表面乾燥)	G/S	AE 材	空気量
30 mm	12-15 cm	320 kg	155.2 kg	48.7%	700 kg	1 160 kg	1.66	600 cc	4~5%
備 考		ヨーギョー 中 浦 熟	混 練 水 8°C 以下		西天寺産 比 重 2.53 粗 粒 率 2.67	四国中川産 比 重 2.61 粗 粒 率 6.71		ヴィンゾール 10% 液使用	

配給は A, B 2 系統にわけ各系統 1 バッチのコンクリートを 1 ビンづつ配合することにした。ミキサから底開き式バケットに移したコンクリートをトロッコでビン両側に運び、ケーブルクレーンで吊り上げてビン上のホッパーに落し、シュートで作業台上に配給することにした。従つて各ビンそれぞれ単独に作業ができ、シュートと運搬車とによる方法に比較して作業台上の混乱が少なく非常に円滑に作業を進めることができた。

(b) 鉄筋ロッドの運搬、置場 ビン上への鉄筋ロッドの巻上げは 図-6 に示してある AB 2 台の 3 脚デリックにより A1, B9 の降場へ 1 回に 300 kg 以**

**下 6 分間隔で行うことにした。降場及び各ビンの置場は各種作業の交錯をさけるため、作業台上 1.5 m の高さにヨークより丸太でこしらえ、この間に足場板を渡して運搬路とし置場には常に 1 直分の鉄筋をストックさせた。

(c) 指令連絡設備 (図-6 参照) 図に示す位置に地上 25.5 m, 3.6 m 角の指令塔をつくり回階段を設けてビンへの通路、指令室とした。また電話連絡を各作業班間に設けるとともに指令室にはスピーカーを用意した。

(d) 作業方式 勤務は 1 直 12 時間 2 交代制とし 1 直 283 人の監督並びに作業員を表-2 のごとく配置した。

(e) ビン上作業 ジャッキは同時操作とし 129 人のジャッキマンにより指令室の合図でビン 20 個同時に滑揚を行うことにした。コンクリートの打込、鉄筋の組立、ロッドの継足はジャッキマンが滑揚の合間に行うことにした。1 時間にジャッキ操作に約 5~10 分、コンクリートの打込みに約 15 分 (表-3 参照) を要し残余の時間をもつて鉄筋、ロッド作業を行うようにした。使用鉄筋は表-4 のとおりで水平筋は 1 時間に 1 段~2

表-2 人員配置および指揮系統表

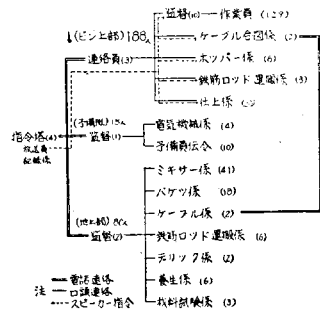
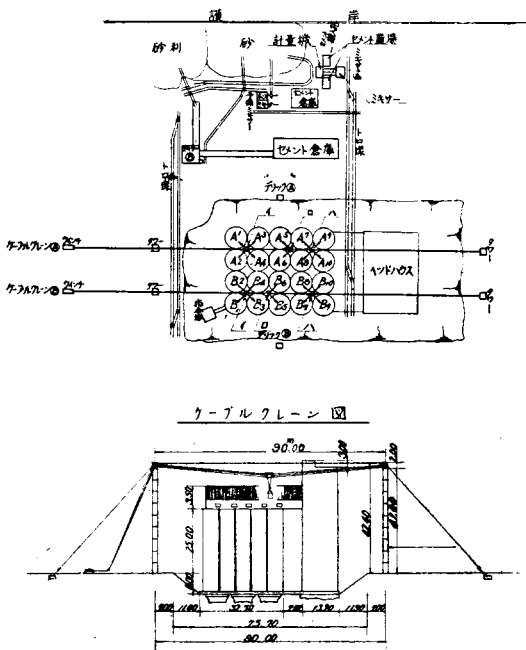


図-6 仮設位置図



表面仕上げはビン内外面ともに吊足場より木ごとで刷毛引で行うことにしたが

表-3 コンクリートの配給速度 (1系統)

上昇速度 (cm/h)	コンクリート配給量 (m ³ /h)	パッチ数	配給間隔	備	考
15.0	12	約 22	約 5.5 分	2系統で各系統 10 個のピンを受けもつ	
17.5	14	26	4.5		
20.0	16	29	4.0		
22.5	18	33	3.5		

表-4 使用鉄筋表

名称	高さ	内 壁	外 壁	備	考
縦 筋	0~20 m 間	径 16 mm 間隔 50 cm 長 5.5 m	径 13 mm 間隔 50 cm 長 5.5 m (ダブル)	紐手重は 30 d 以上千鳥に結く	
	20~27 m 間	φ 13 " "	" " "	ピン接点は φ 9 mm で 50 m 間につなく	
横 筋	0~12 m 間	φ 16 15.20 1/3~1/4 円弧	内φ 16 15.20 1/3~1/4 円弧 外φ 13 30.40 "		
	12~27 m 間	φ 13 15.20 "	内φ 13 15.20 " 外φ " 30.40 "		

仕上速度は約 70 m²/h で 30 人を要した。

(f) 養生設備 径 2", 揚程 135' の 7.5 HP のポンプ 2台を設備し直接撒水を行うとともに吊足場よりシート、筵を下げ若令コンクリートは直接撒水及び日照通風を遮へいた。

7. 施 工

(a) 型枠の組立 型枠の据付面となる隔壁上面はモルタルで不陸をならし原寸墨出しを行つたのち、

- ㊦ 約 1.2 m までの水平筋, 縦筋, ロッドくつもの据付
- ㊧ 菱形形枠の組立
- ㊨ 外側ピン外枠の組立
- ㊩ 内枠の組立
- ㊪ ヨーク, ジャッキの取付
- ㊫ 補剛材の取付, 作業台製作, 吊足場取付
- ㊬ ホッパー, シュートの取付, 鉄筋ロッド遺形, 置場通路の取付
- ㊭ 鉄筋運搬, ロッド差込, 鉄筋紐

の順で型枠の組立を完了し型枠内掃除を行つて指示針とスケールの目盛を揃えた。型枠の製作はできるだけ

正確に行い, 組立に際しては型枠が所定の位置, テーパーを保持しているかどうか厳格に検査し修正しておかねばならない。

(b) コンクリート作業 29 年 8 月 20 日午後 4 時に厚さ 1.5 cm のモルタル流しをもつて作業を開始した。作業の進捗状況は 図-7 に示してある。同日午後 9 時には, コンクリート高が 60 cm に達し滑場を開始した。最初は 5 cm/h の滑場速度をもつて 1 回滑場高 1 cm 間隔 12 分とし, 型枠内のコンクリート高が 90 cm に達したところより定常速度 20 cm/h にした。コンクリートは夏季晴天続きによる作業台の乾燥, 運搬距離の長い為, スランブを昼は 18~20 cm, 夜は 15 cm 程度に変更し 表-5 のように計量した。

写真-3 コンクリート打開始後 5 日目の状況

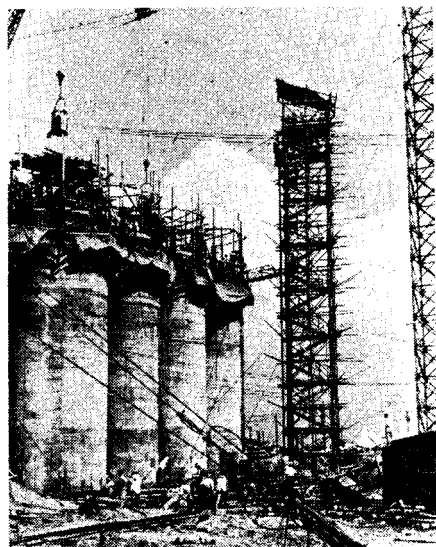
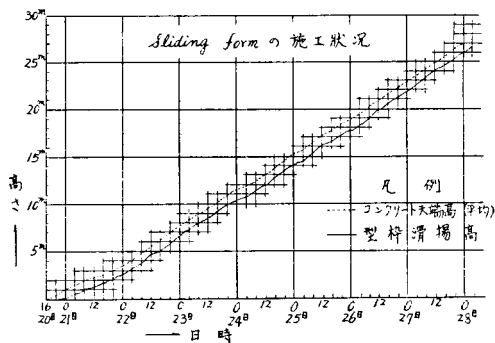


図-7



表一五 実施コンクリート配合表

1バッチ 容 量	セメント	水	砂	砂 利	A/E 材
0.54 m ³ (21 切)	175 kg	95 kg	380 kg	600 kg	230 cc

1バッチは壁高約 13 cm に相当し、作業台より型枠への投入はスコップにより行い突き棒で平均に突き固めた。作業は最初は不馴れ、事故により停滞しがちであつたが馴れるに従つて順調に進み 28 日午前 1 時には 177 時間をもつて 2160 m³ のコンクリート打ちを終了、同 4 時には型枠のコンクリートへの掛り 20 cm を残して 180 時間をもつて 27 m の滑揚を終了した。各日平均のおのおのの速度は 表一六 のとおりである。

表一六 各日平均作業速度表

月 日	8月20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日
コンクリート打込速度 (cm/h)	13.9	10.0	17.5	15.8	15.4	15.0	16.5	17.1	12.0
型枠滑揚速度 (cm/h)	3.7	10.5	17.1	15.3	15.5	14.7	17.2	17.3	19.0

この間に発生した事故は大体次のとおりである。

㉓ ジャッキの切換不良、拙劣、ロッドの継手離間により最初はしばしば滑揚を休止して調整した。21日午前 5 時ころには 40 分にわたり休止したため B8 のビン外壁に亀裂を生じた。

㉔ 21, 22 日両日にわたりヨークの変形を生じオイルジャッキで矯正後電気溶接を行つた。

㉕ ホッパー周りのロッドがコンクリートバケツに接触彎曲し取替えを行つた。またロッドが傾き、接手の離間を生じたり、ジャッキの切換えが不能になつたのでくさびで矯正した。

㉖ ケーブルクレーンのウインチの故障、ワイヤーの取替を生じ配給が一系統しか行えないことがあつた。

㉗ ホッパー吐口の回転部が回らなくなり配給順序を変更せねばならなかつた。

㉘ 停電により数回 30分～1 時間の休止を行つた。そのうち 24 日午前 5 時ころの停電で A1 に亀裂を生じ補修のため翌日午前 11 時ころ 1 時間にわたり滑揚を休止した。そのため午後 1 時ころコンクリートが型枠に附着して上昇する箇所ができ突き棒で型枠と縁を切つたが、午後 6 時ころ脱型したコンクリート面に 6 カ所ほど亀裂を生じた。

㉙ 鉄筋が型枠に接触していたため 25 日午後 10 時ころ脱型した B1 のコンクリート面に亀裂を生じた。次に施工状況を省りみて特に留意すべき点を述べると、

㉚ 最初は事故のたびに滑揚を休止したためかえつ

表一七 滑動型枠所要資材表

a コンクリートバケツ (全量 1160 m ³)			b 型枠バケツ (全量 3150 m ³)		
種別	数量	単位	種別	数量	単位
木 板	50	枚	木 板	50	枚
金手圍入	165	枚	金手圍入	165	枚
金手圍出	20	枚	金手圍出	20	枚
金手圍	121	枚	金手圍	121	枚
ジャッキ	21	台	ジャッキ	21	台
ロッド	165	本	ロッド	165	本
ボルト	165	本	ボルト	165	本
ナット	165	本	ナット	165	本
鋼線ロープ	165	本	鋼線ロープ	165	本
鋼線ロープ	165	本	鋼線ロープ	165	本
鋼線ロープ	165	本	鋼線ロープ	165	本

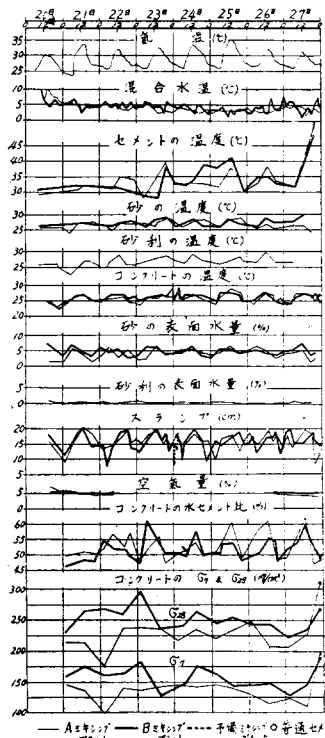
て亀裂などの事故を生じた。大部分は短時間で補修のきく局部的なものであり、これに対しては 1 回の滑揚高を 1～2 cm 以下の隣のジャッキに支障を与えぬ程度に減じて滑揚間隔をかえずに滑揚を行いこの間に補修すればよい。夏期施工においては 30 分以上の休止は絶対にさけた方がよい。

㉛ 型枠内面に附着したモルタルは、滑揚間隔が長くなつたようなときに豆板、亀裂を生ずるおそれがあるから、モルタル附着の因となる型枠内のコンクリート天端の変動をできるだけさけるとともに型枠内面の掃除を常に注意して行う必要がある。

㉜ 薄い壁に鉄筋が密に入っているから、粗骨材は 25 mm 以下にし突固めは十分入念に行う必要がある。

㉝ あらかじめ作業員を訓練し交代、休憩、ジャッキ操作などの指令は忠実に守らせる必要がある。

図一八 コンクリート実測試験結果



㉞ 事故防止のためロッドヨークにはたえず注意して変形の有無を調べねばならない。

㉟ 鉄筋の長さは、水平筋は 5.5 m 以下、縦筋は 3～4 m が適当でフックはつけない方がよく、ロッドの長さも 3～4 m くらいが継足保持に便利である。

㊱ 十分な予備員を確保しておく必要がある。

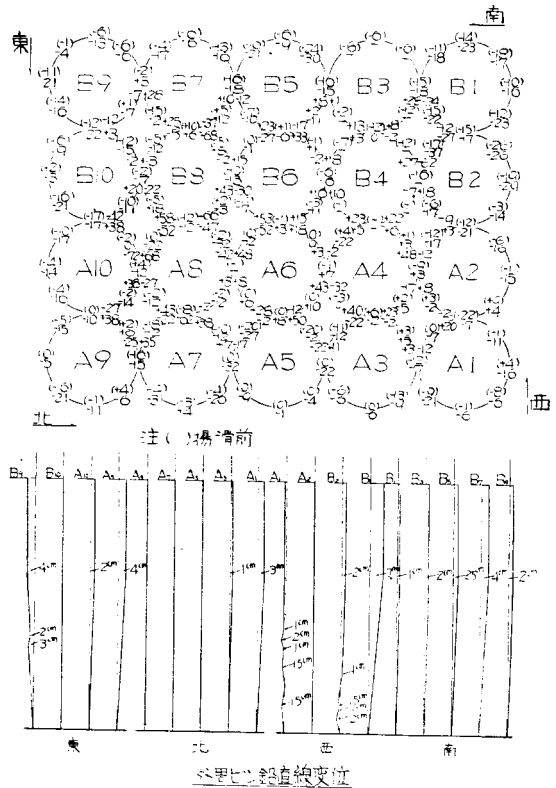
なお、作業中の実施コンクリートに関する種々の実測結果、試験結果を 図-8 に、完成したピンコンクリート天端のコンクリート厚、外壁面の傾きを 図-9 に、滑動型枠の歩掛りを 表-7 に示しておいた。

(c) 型枠の撤去 各種足代、ホッパー、シュート、吊足場を取り去り、作業台木部を撤去し、型枠を 30~40 cm 上昇して井桁バリを型枠とコンクリート天端間に挿入して一時的支えとしてから、ヨーク、ジャッキ、外枠、菱形枠、内枠の順に撤去した。

8. 結 び

初めての工法ではあつたが比較的円滑に施工ができ、結果も満足するものが得られた。これについては昼夜を分たぬ吉田徳次郎先生の熱心な御指導によるところが多大であり、ここに厚く謝意を表する次第である。なお本工法では最初の二三日はいかに細心の注意を払つても予想せぬ事故の発生はまぬかれないから、工事責任者は 48 時間くらいの間は現場を離れてはならないと考える。本工法の要点は多数数の作業員を主任監督者の指示どおりいかに統率するかという点にあると思われる。終りにのぞみ本滑動工事の実施について種々有益な御助言をいただいた神戸大学の木村教授並びに計画設計に当り多数の貴重な資料を提供していただいた京都大学関係各位に対し厚く謝意を表する次第である。

図-9 滑場前後における型枠内法変位



(昭.29.12.28・依頼原稿)

杭打基礎の耐震性に関する基礎的研究

准員 谷 本 喜 一*

A FUNDAMENTAL RESEARCH ON EARTH-QUAKE-PROOF PROPERTIES OF PILE FOUNDATIONS

(JSCE April 1955)

Kiichi Tanimoto, C.E. Assoc. Member

Synopsis In this paper the dynamical earth-pressure reaction against the bending vibration of the foundation pile is studied as the first step research on the earth-quake-proof properties of pile foundations. In order to make clear the effect of the earth-pressure reaction on vibration characteristics, the calculation method for the case of the arbitrarily distributed earth-pressure reaction is shown and the results obtained are compared with those by other methods and by an experiment. Besides, some notes on the application to the earth-quake-proof calculation are considered.

要旨 本文は杭打基礎の耐震性に関する基礎的研究として、杭の横振動について考察したものである。地盤反力が振動性状にいかなる効果を与えるかを調べるため、反力分布が複雑な場合の杭の振動性状の計算法を示し、その結果と他の計算並びに実験による結果と

を比較した。最後に耐震計算の使用に際しての二、三の問題点について若干論述した。

1. 基礎地盤反力(K)について

基礎構造の振動性状は構造物の耐震性に重要な影響を与えるもので、この研究は必然的に基礎地盤の土性に関連するところが多い。

* 京都大学助手, 工学部土木工学教室