

6. 反力床、反力壁の施工管理について

福 本 昇
中 井 力^{*1}
山 内 博 記^{*2}

要 旨

本報告は、当社技術研究所構造実験棟内の反力床・反力壁に埋め込まれた定着孔スリーブ管の位置精度の確保について行った、計画から施工に至るまでの経過を述べるものである。その間、生じた様々な問題点を解消し、当初予定していた通りの結果が得られたので、ここにその内容を紹介する。

キーワード

高強度コンクリート／プレストレス／反力床／反力壁／定着孔スリーブ

目 次

1. はじめに
2. 実験棟、反力床・反力壁の規模および仕様
3. 反力床・反力壁の施工
4. 定着孔スリーブ管の精度
5. まとめ

6. CONSTRUCTION CONTROL OF TEST FLOOR AND TEST WALL

Noboru Fukumoto
Tsutomu Nakai
Hiroki Yamauchi

Abstract

This report details the procedures from planning to construction to secure the accuracy of the positioning of fixed perforated sleeve tubes embedded in the test floor and test wall of Structural Testing Building. We could solve problems during the process from planning to construction, obtaining the expected results, as described in this report.

^{*1} 大阪本店建築部 ^{*2} 大阪本店建築部技術課

1. はじめに

このたび竣工した当社技術研究所の構造実験棟には、構造物試験を行う際必要となる載荷重の反力をとるために反力床と反力壁を設置している。この反力床および反力壁をできるだけ小断面に押え、しかも所定の性能を満足させようとの考えからコンクリートは高強度コンクリートを採用し、また、曲げび割れ耐力を上げるためにプレストレスを導入した。

本報告は、この反力床・反力壁に構造物および試験機器を取り付けるための締付けボルト用の貫通パイプの位置精度の確保について、設計から施工計画・施工に至るまでの一連の施工記録を述べるものである。

2. 構造実験棟、反力床・反力壁の規模および仕様

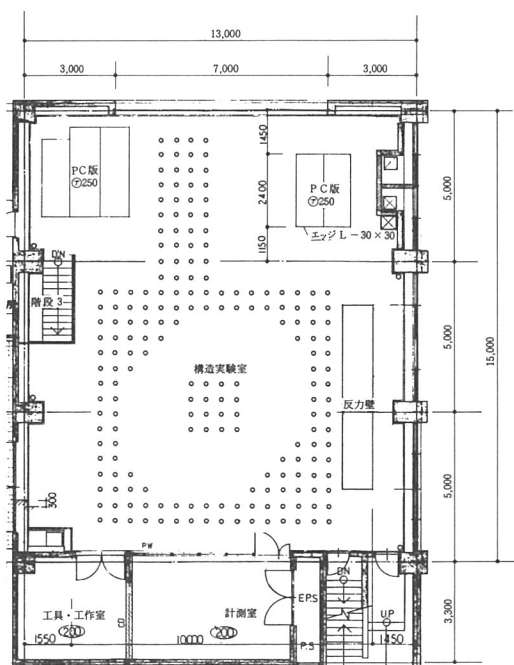
2.1 構造実験棟の規模（図－１）

床面積：195㎡（13m×15m）

高さ：10.45m（梁下まで）

ピット内高さ：1.9m～2.7m

反力床Bの両側の地下に、油圧ピット、振動台用ピットを設けている。



図－１ 構造実験棟 平面図

2.2 反力床・反力壁の規模

反力床・反力壁の形状を図－２～４に示す。反力床は図－２に見られるように、正方形部分（反力床A）と突起部分（反力床B）からなっている。反力壁を使用する実験はA部分で行い、長尺物構造試験はA・Bの反力床を使って行えるようにしている。

反力床 A : 9m×9m×1m

B : 3.5m×5m×1m

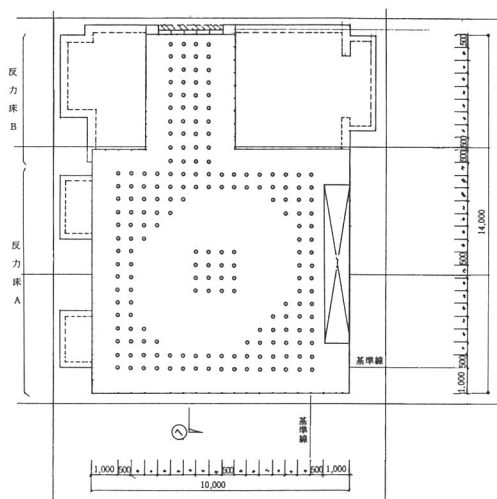
反力壁 : 6m×6m×1m

定着孔スリーブ管：反力床A 256本

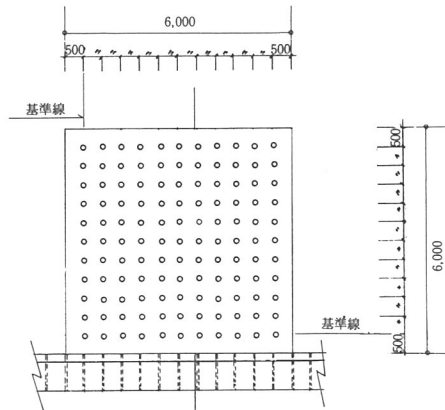
反力床B 40本

（カプラー埋め込み 4本）

反力壁 121本



図－２ 反力床 平面図



図－３ 反力壁 立面図

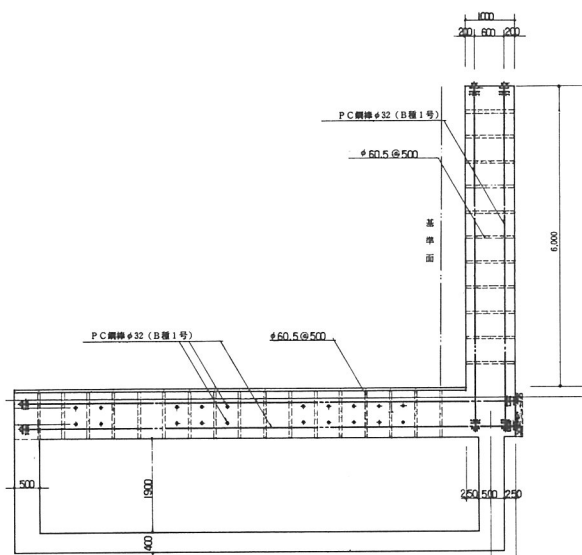


図-4 反力床・反力壁 断面図

2.3 反力床・反力壁の仕様

反力床および反力壁は耐力を向上させ、ひび割れを制御するために高強度コンクリートを使用しプレストレスを導入した（図-5，図-6）。

(1) 使用材料

コンクリート 普通コンクリート $F_c = 360 \text{ kgf/cm}^2$
 （混和剤は高性能A E減水剤を使用）

鉄筋 S D 35 (D22, D25)
 S D 30A (D19以下)

P C 鋼棒 B種1号 $\phi 32$

平均プレストレス $\sigma_g = 22 \text{ kgf/cm}^2$

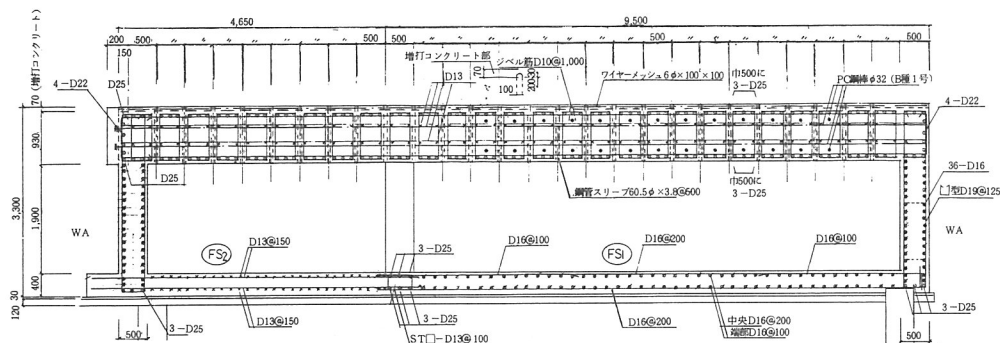


図-5 耐圧盤・地中梁・反力床の配筋図

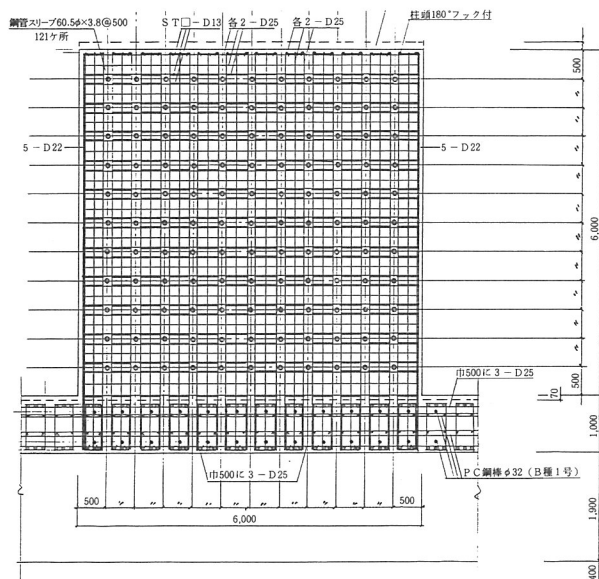
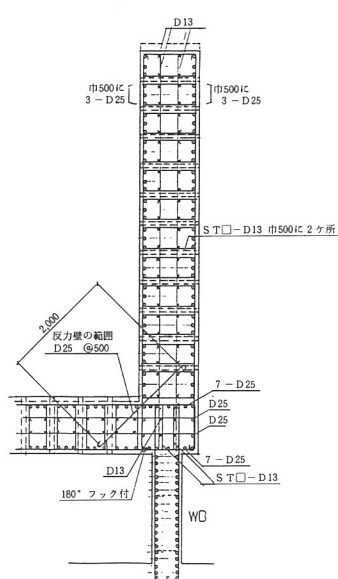


図-6 反力壁の配筋図

(2) 構造性能

反力床・反力壁は、Ⅲ種PC構造設計・施工指針同解説を参考にして、断面引張縁応力の状態がⅢt（引張応力 $\sigma_{ct} < F_t$ ）となるように設計した。表－1にその構造性能を示す。

表－1 反力床・反力壁の構造性能

	許容曲げモーメント	許容せん断力
反力床	60tf・m/m	60tf/m
反力壁	400tf・m	350tf

3. 反力床・反力壁の施工

反力床・反力壁の施工実績がないため、施工に入る前に他研究所・試験所を見学し、施工資料を参考にしながら施工計画をたてた。いろいろな面からの検討の結果、施工上に関する問題点および留意点は以下のようである。

- ①反力床の厚みが1 mもあるため支保工の検討が必要である。
- ②コンクリート打設後にコンクリートの沈下が予想される。
- ③鉄筋工事、PC工事、定着孔スリーブ管工事が一時に集中し作業が錯そうする。
- ④定着孔スリーブ管の施工精度の確保が難しい。

また、反力床・反力壁の施工は本体工事と密接な関係があり、施工順序についても検討を要した。反力床・反力壁についての工程を表－2に示すが、以下、上記問題点についてその対策と結果を述べる。

3.1 反力床施工上の問題点への対策

(1) 型枠支保工について

施工荷重が大きいため、支保工として門型枠を使用する場合とパイプサポートを使用する場合の2通りの方法について検討を加えた。施工性が良く、また、床型枠の水平精度の目標を $\pm 2\text{mm}$ と設定しても施工上の問題はないと判断し、パイプサポートを使用することに決定した。コンパネは $\phi 15\text{mm}$ のものを使用し、そりやたわみの発生を少なくした。

(2) コンクリートの沈下について

厚さ1 mもある床コンクリートを一度に打設した場合、コンクリートが沈下し、またブリージング水も多くて床仕上精度が悪くなると考えられるため、図－7のようにく体コンクリート（先打ち）と仕上げコンクリート（後打ち）の2つに分けて打設した。く体コンクリートの打設後十分な硬化期間を置いた後、埋込みスリーブ管の天端レベルを再調整し、仕上げコンクリート（7 cm）の打設を行った（図－7参照）。

先打ちコンクリートと後打ちコンクリートのはく離を防ぐために、先打ちコンクリートに縦横共 $\phi 1000$ でジベル筋を入れ、また後打ちコンクリートのひび割れを防止するために $\phi 6$ 100×100のワイヤーメッシュを配した。なお、埋込みスリーブ管はマスコンクリートの温度低下を図るためのパイプクーリングに使用した。

表－2 反力床・反力壁工事 工程表

	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
コンクリート工事	捨コン ○	耐圧盤 ○ コンクリート	地中梁 ○ コンクリート	反力床コン ○ クリート	反力壁コン ○ クリート	
鉄筋工事	○	○	○	○	○	
PC工事			○	○	○	○ 緊張
定着孔スリーブ管工事		○	○	○		

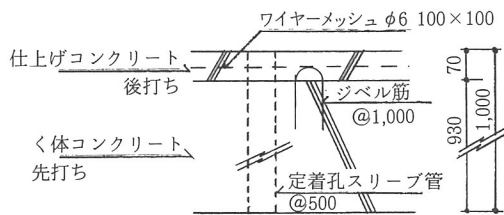


図-7 反力床コンクリート断面図

(3) 鉄筋工事、PC工事、定着孔スリーブ管工事について

先に述べたように各工事が錯そうすることと、定着孔スリーブ管の施工精度の確保が必要となることから、いろいろな施工治具を考案し施工性の向上を図った。

作業のフロー

スラブ型枠上に墨出し



サヤ管取付け

(写真-1)



下端鉄筋圧接組立て

(写真-1)



下端PC鋼棒取付け

(写真-1)



反力壁PC鋼棒取付け

(写真-2)



上端鉄筋圧接組立て

(写真-2)



上端PC鋼棒取付け

(写真-2)



定着孔スリーブ管セット

(写真-3)



コンクリート打設

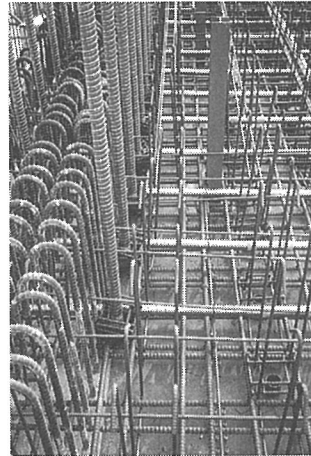


写真-1 サヤ管セット、下端筋、スターラップ組
下端PC鋼棒セット

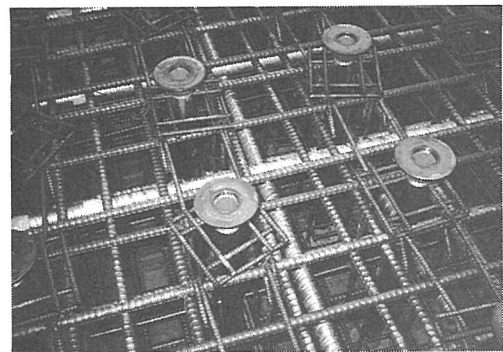


写真-2 上端鉄筋組、上端PC鋼棒セット



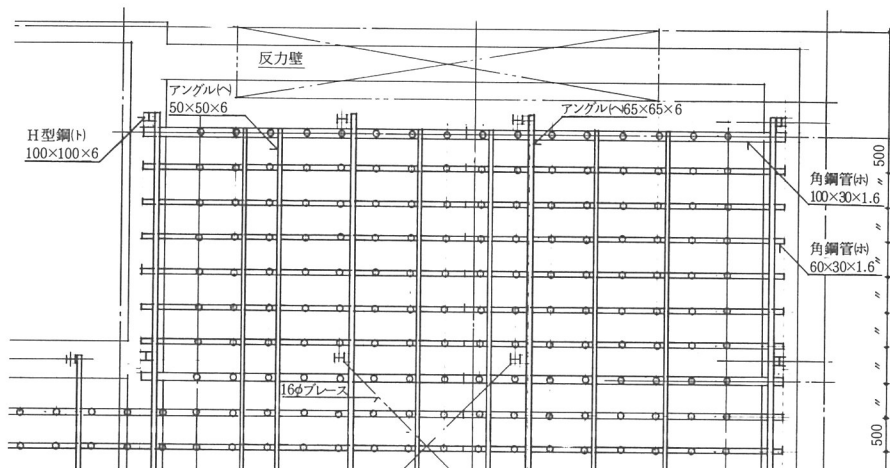
写真-3 定着孔スリーブ管取付け

(4) 定着孔スリーブ管の精度の確保について

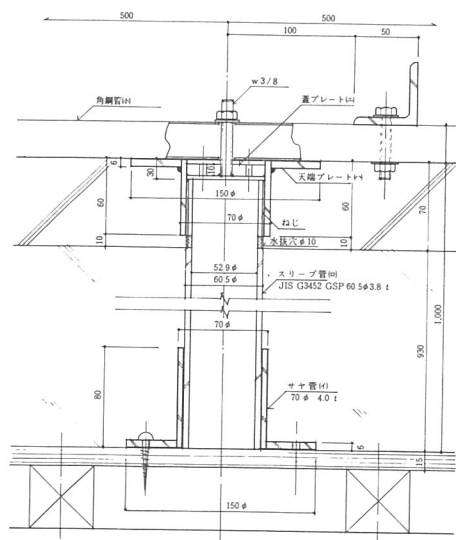
反力床・反力壁に試験装置・試験機器を取り付ける時、定着孔スリーブ管の施工精度の良し悪しが作業に大きな影響を与える。鉄筋量の多い反力床にいくに多数のスリーブ管を精度良く埋設するかがポイントであり、施工性を良くするためにいろいろな治具を考案し、下記の要領で反力床スリーブ管工事の施工を行った。

あらかじめ床型枠に墨出しをしておきその位置にサヤ管(イ)をビス止めする。鉄筋工事完了後にスリーブ管(ロ)をサヤ管に差し込み、その上部に天端プレート(ハ)（ねじ継手金物に⑦6mmのプレート）を溶接）を

取付け、その中へ蓋プレート(ニ)（ボルト付）を取付ける。四隅のスリーブ管を垂直に正確にセットし、そのスリーブ管を基準として50cm毎にボルト穴をあけた角鋼管(ホ)を、蓋プレートのボルトに留める。角鋼管を所定の位置に固定するため、角鋼管と直交方向に65×65、50×50(ヘ)のアングルを角鋼管にボルト留めする。角鋼管に取付けたスリーブ管全体が、移動しないように、あらかじめ打込んでおいたH型鋼(ト)にアングルを溶接し、固定する。スリーブ管全数の取付けが終ると鉄筋に仮止めていたものをはずし、鉄筋にふれていないかを確認してコンクリートの打設を行う。



図－8 定着孔スリーブ管取付図



図－9 スリーブ管取付詳細図

3.2 反力壁施工上の問題点への対策

(1) コンクリートの沈下について

反力壁の高さが6 mもあるため、コンクリートの打設を一度に行くとコンクリートの沈降により品質面で障害が起ると予想されたため、2～3回に日を変えて打設した方がいいのではないかと考えたが、打継部の処理が難しく、施工面・構造面でも対処しにくいこともあり、以下の項目を満たすことを条件に1日で打設することにした。

- ① 1回のコンクリート打込み高さを50cmとする。
- ② 打込み速度は、高さ1 mあたり30分とする。
- ③ 打込みは3ヶ所から行い、コンクリートが横に流れるのを少なくするように打ち込む。

(1回で反力壁のコンクリートを打設するためにマスコンクリートのひび割れ対策が必要となったが、内蔵するPC鋼棒のシース管を利用しパイプクーリングを行うことによりその問題は解決した。(本誌掲載の加藤・立松による「技術研究所新築工事におけるマスコンクリートの温度制御および高強度コンクリートの品質管理について」参照)

その他、ブーム車のフレキシブルホースの变りに、パイプ(100A, L=5m・3m)を接続し、これを反力壁内に挿入しコンクリートの自由落下高さを小さくして打設した(写真-4)。

また同時に、コンクリートの打ち込み状況を確認するため、型枠の一部に透明型枠を使用した。

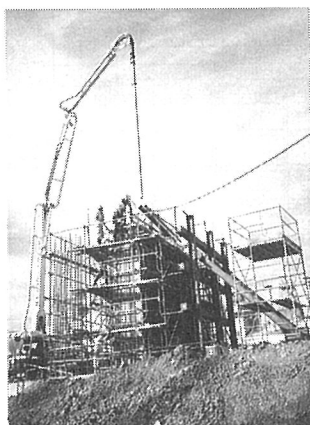


写真-4 反力壁コンクリート打設

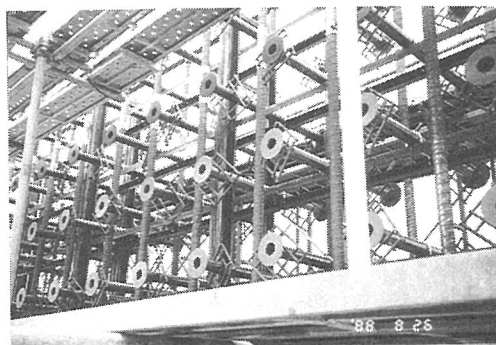


写真-6 スリーブ管取付け

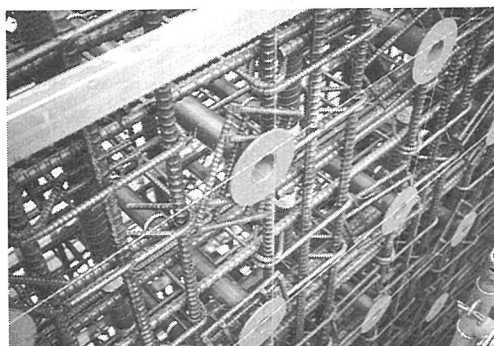


写真-7 鉄筋組立、スリーブ管取付け調整

(2) 鉄筋工事、PC工事、定着孔スリーブ工事について

反力壁に埋め込むスリーブ管を、1本1本取り付けていくには大変時間がかかり、また精度も確保しにくいことから鉄骨製ラックを作ってそれにスリーブ管をつけていくという方法を採用した。以下その作業フローを示す。

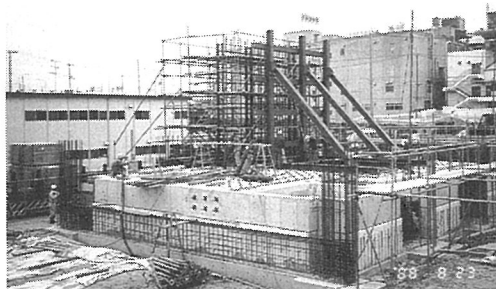
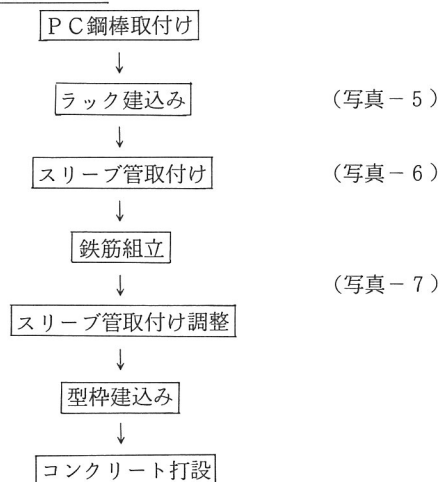


写真-5 ラック建込み

作業フロー



(3) 定着孔スリーブ管の施工精度の確保について
 前述したように、スリーブ管を片側の型枠建込後に正しくセットしていくことは不可能に近いことから、あらかじめ全体を6分割（上下2段、横3列）した鉄骨製ラック（図-10、図-11）を作っておきそれを反力壁内に精度良く建込みつなぎ合わせ、反力壁に沿ってあらかじめ作っておいたH型钢架台（写真-5）に固定した。また、スリーブ管は墨に合わせ2本のUボルトでラックのアンクルに取り付けた。以後鉄筋工事中に若干の誤差を生じる恐れがあるため、型枠建込み前に全数のチェックを行い調整した。

壁型枠の締付けはスリーブ管内にボルトを通して行い、スリーブ管の間に凹凸が少なくなるようにした。

コンクリートの打設は建込誤差が $\pm 1\text{mm}$ 以下になるように反力壁の建込検査をし、微調整をしながら行った。

4. 定着孔スリーブ管の精度

反力床の定着孔スリーブ管の埋め込み位置の誤差の測定は、床仕上げコンクリート打設前に行った。また、反力床の定着孔スリーブ管の水平誤差および反力壁の定着孔スリーブ管の誤差の測定は床仕上げコンクリート打設後に行った。

スリーブ管の計測対象範囲は反力床A部分の256カ所と反力壁の121カ所を対象とした。測定の基準線は図-2～4により、トランシット、および基準墨からスケールで誤差を測定した。

4.1 精度目標値

定着孔スリーブ管の施工精度の良し悪しが、以後の実験に大きな影響を与えるので、下記のように厳しい目標値を設定した。

- (1) 反力床の定着孔スリーブ管
 - 水平精度 $\pm 2\text{mm}$ （基準水平線に対し）
 - X, Y方向 $\pm 5\text{mm}$ （基準線に対し）
- (2) 反力壁の定着孔スリーブ管
 - 水平精度 $\pm 5\text{mm}$ （基準水平線に対し）
 - 面内垂直精度 $\pm 5\text{mm}$ （基準線に対し）
 - 面外垂直精度 $\pm 5\text{mm}$ （基準面に対し）

4.2 測定方法および結果

- (1) 反力床の定着孔スリーブ管の水平精度

仕上げコンクリート打設前にレベルと定規で測定しながら、スリーブ管の天端高さの誤差が $\pm 1\text{mm}$ の範囲に納まるよう調整し、点溶接で固定した。

コンクリート打設後、レベルでスリーブ管の天端を1カ所ずつ測定したが、非常に良好な結果が得られた。図-12に結果を示す。

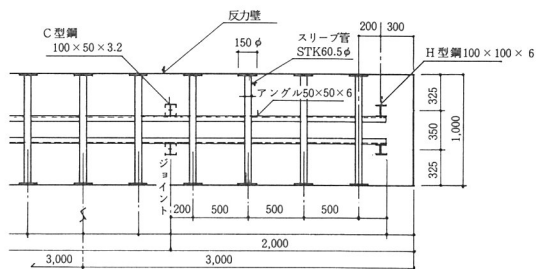


図-10 ラック平面図

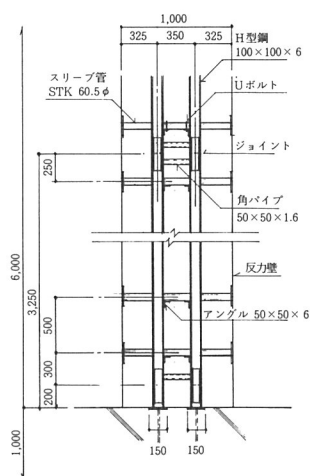


図-11 ラック立面図

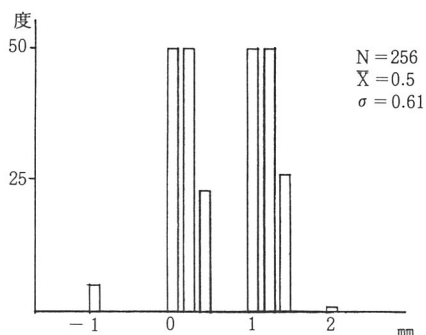


図-12 水平精度ヒストグラム

(2) 反力床の定着孔スリーブ算のX方向 Y方向位置精度

X・Y方向に50cm間隔に引かれた線を基準墨とし穴芯をスケールで測定した。図-13, 14に結果を示す。

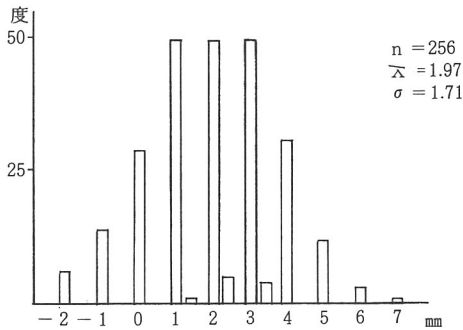


図-13 X方向位置精度ヒストグラム

(4) 反力壁内定着孔スリーブ管の面内位置精度

反力壁面に対し直交方向にトランシットを据え各定着孔スリーブ管の縦の基準墨を出し、誤差をスケールで測定した。図-16に結果を示す。

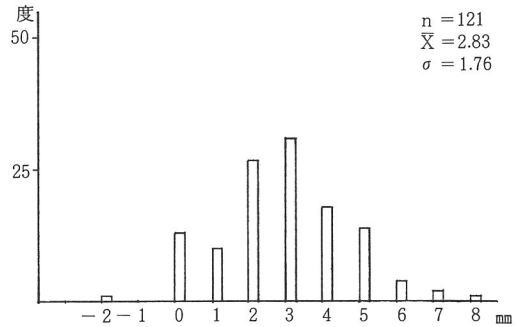


図-16 面内垂直精度ヒストグラム

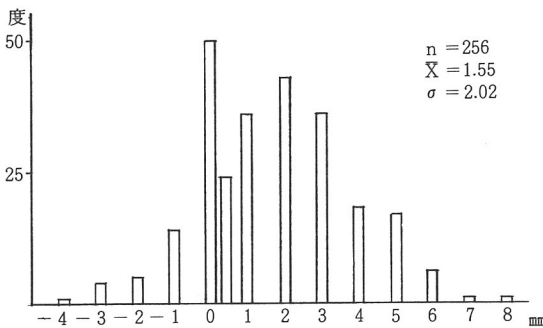


図-14 Y方向位置精度ヒストグラム

(3) 反力壁の定着孔スリーブ管の水平精度

レベルにより各スリーブ管の高さを測定した。図-15に結果を示す。

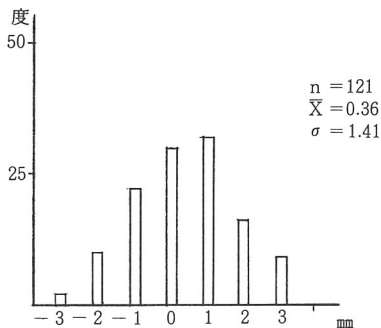


図-15 水平精度ヒストグラム

(5) 反力壁の定着孔スリーブ管の面外垂直精度

反力壁面に対し平行延長線上にトランシットを据え垂直基準面に対して誤差を測定した。図-17に結果を示す。

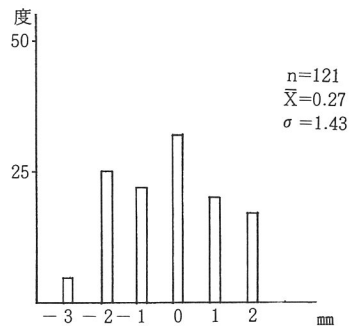


図-17 面外垂直精度ヒストグラム

5. まとめ

反力床のスリーブ管の水平誤差は、床く体コンクリートの硬化後に天端プレートを再調整できる方法を採用したので、 ± 1 mmの範囲にほとんど納まっており、精度よく施工できた。また反力床のスリーブ管のX・Y方向の精度についても、不良率がそれぞれ1.6%、3.1%程度であり、ほぼ満足できる結果であった。反力壁のスリーブ管の水平誤差はスリーブ管を鉄骨製のラックにUボルトで締め付けたため、コンクリート打

設時にも上下の変動は小さく、目標値の範囲内にすべて納まっている。反力壁のスリーブ管の面内垂直精度については不良率が5.0%とやや大きく、その原因は、スリーブ管をUボルトで締め付けたものの、コンクリート打設による力で横方向へのズレを生じたかまたは、ラックが若干変形したためではないかと考える。反力壁スリーブ管の面外垂直精度の確保は非常に難しいと考えていたが、H型鋼架台を設け型枠をこれに緊結したためコンクリート打設中の外力に対し十分抵抗し得たことや、コンクリート打設中も細かく建入是正を行ったことで誤差規定の範囲内に納めることができた。

今回の反力床および反力壁の埋め込みスリーブ管の施工精度の確保については十分満足できる結果に終わったが、これも当施工にあたりいろいろと御助言をいただいた関係者各位のおかげと深く感謝する次第である。