

SC 杭を用いた反力壁・反力床の性能試験に関する実験研究
(その1: 設計と性能試験計画)

正会員 菅谷 憲一* 正会員 市橋 重勝***
正会員 藤本 効*
正会員 小須田 威**

構造実験設備 反力壁 反力床

1.はじめに 反力壁・反力床は、代表的な構造実験設備の一つである。構造実験を効率的に実施するために、反力壁・反力床には、十分な剛性と耐力が要求される。一般的に、その構造はプレストレストコンクリートを使用して、繰返し加力及びコンクリートの乾燥収縮ひび割れによる剛性低下の影響を受けないこと等の工夫がなされている。

本報で述べる反力壁・反力床は、反力壁の主体反力に鋼管巻き既製コンクリート杭（以下、SC杭）を配置した鉄骨鉄筋コンクリート（以下、SRC）構造を、反力床にもSRC構造を、両者の接合部分にコンクリート充填鋼管（以下、CFT）構造の柱・梁接合部の技術を応用した。反力床には支持杭が配置されている。なお、コンクリートの乾燥収縮ひび割れ拡大防止対策として、反力壁の表層に細径のPC鋼棒配筋を、反力床の表層に繊維補強コンクリートを採用した。Photo.1 に反力壁・反力床を示す。反力壁は、幅が 5.5m、高さが 5m、厚さが 1.8mである。反力床は反力壁を挟み大小の 2 面を有し、大面は幅が 5.5m、長さが 7.5m、厚さが 1.35mで、小面は幅が 5.5m、長さが 5m、厚さが 1.35mである。反力壁・反力床ともに PC 鋼棒取り付け孔は貫通孔ではなく、定着孔（カブラー）を縦横 500mmピッチで配置した。



Photo 1 反力壁・反力床

2.要求性能と設計 反力壁・反力床の要求性能は、対象とする構造実験の規模等により異なり、それぞれの試験施設で決定される。当実験設備としての要求性能（加力能力）をTable 1 に示す。ここに示す変形性能は、要求される加力

状態における、反力壁天端の水平変位（ ） / 反力壁高さ（H）の関係である。反力床の要求最大曲げモーメントは 600kN・m / mで、PC鋼棒取り付け孔の要求引抜き力は、反力壁・反力床ともに 500kN / 本である。

Table 1 反力壁の要求性能

加力高さ (m)	水平力 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	変形性能 /H
3	2000	6000	1/800以下
5	1000	5000	

反力壁・反力床の設計方針は、要求性能の水平力と曲げモーメントについては、SC杭と鉄骨は短期許容応力度以内で負担することが可能な断面とし、変形性能を満足するためにSRCの断面を評価することにした。反力壁・反力床の配筋は、中期の許容応力度を満足する設計とした。この時、乾燥収縮ひび割れ拡大防止対策の配筋と補強繊維は評価していない。反力壁の設計は片持壁状態の応力として変形性能を確認した。反力床は反力壁脚部の応力からの反力について設計した。反力壁の変形性能を確認する時のSRC断面としての評価方法は、コンクリートのヤング係数を持つ等価剛性とした。設計結果の概要をTable 2 に示す。

Table 2 反力壁・反力床設計結果概要

項目	反力壁	反力床
上杭	SC杭: 800 , L=7m, i=19(反力)	PHC杭A種: 450 (支持)
下杭	SC杭: 800 , L=6m, i=12(反力)	なし(上杭, L=12m)
H鋼	-	H-800x300x14x26 (SM490A)
鉄筋	D25@200縦横共 (SD345)	D25@200縦横共 (SD345)
コンクリート	Fc40 (N/mm ²)	Fc30 (N/mm ²)

設計上の目標変形は、クリープなどによる剛性低下を考慮して、変形増大率を 4 と仮定した。構造計算上で確認する変形性能は、 $1 / (800 \cdot 4) = 1 / 3200$ とした。反力壁を片持壁状態の線材にモデル化した計算を行った結果、反力壁の変形状態は、要求性能加力状態が、高さ 5m の位置に水平力 1000kN の場合が最大になり、水平変位が 0.85m で変形角は約 $1 / 6000 (= 0.85 / 5000)$ となった。この計算では、反力壁には曲げひび割れは生じないことになる。反力壁・反力床は面材で構成されているため、線材でモデル化した計算では、構造設計上も検証が不十分であると考えられる。また、実際の実験で使用使用する油圧ジャッキのベースプレート部分は 500 × 500 (mm)程度で、反力壁の幅

5.5mに対して小さく、反力壁の幅全体の中で有効に作用する領域を適切に評価することが問題になる。ここでは、要求性能を満足することを確認すること、SC杭が有効に作用すること及び反力壁幅の有効作用領域を確認するために、反力壁・反力床の性能試験を実施した。

3.性能試験計画 反力壁・反力床の性能試験計画概要を、Fig. 1, 2 に示す。

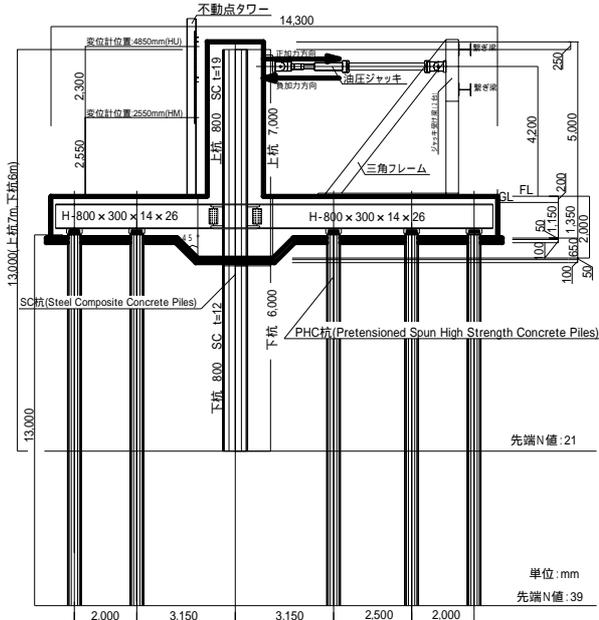


Fig. 1 反力壁・反力床の性能試験計画断面図

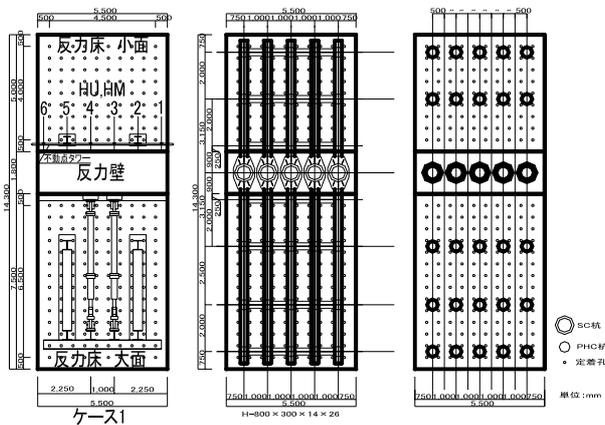


Fig. 2 反力壁・反力床の性能試験計画平面図

反力壁・反力床の性能試験では、油圧ジャッキの取り付け位置を反力床から 4.25mの高さとした。加力ケースは実際の実験を仮定して、最大加力を反力壁中心位置とし、最小加力を反力壁の外寄りで計画した。性能試験の加力ケース一覧を Table 3 に、加力ケース 2~4 の平面位置図を Fig. 3 に示す。

Table 3 反力壁の要求性能

ケース	ジャッキ本数	目標最大荷重(kN)	主たる目的
1	2	1500	集中荷重・最大曲げモーメントの確認
2	1	500	偏芯荷重(左)
3	1	500	偏芯荷重(右)
4	2	1000	等分布荷重模擬(歪影響範囲の確認)

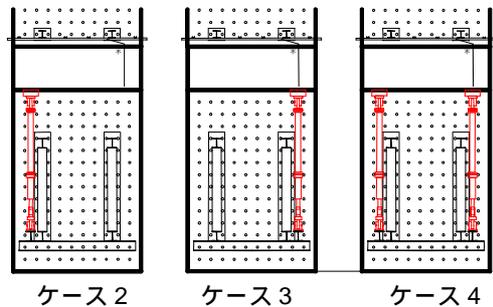


Fig. 3 性能試験計画平面図 (ケース 2~4)

加力は、目標最大荷重 (P) を 5 等分にした正負交番繰返しによる静的載荷で行った。加力履歴を Fig. 4 に示す。

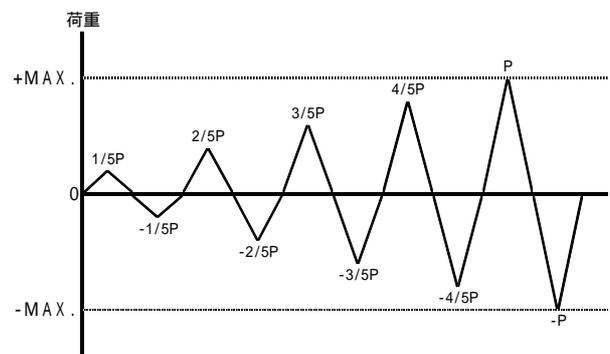


Fig. 4 性能試験の加力履歴

要求変形性能を確認するための変位測定計画を、Fig. 5 に加力高さ位置と共に示す。水平変位測定位置は、高さが反力床から 2.55m及び 4.85mの 2 段階で、平面位置が各高さで反力壁を中心に左右対称で 1000mm間隔の 6 点とした。水平変位を測定するための不動点は反力床に設置した。

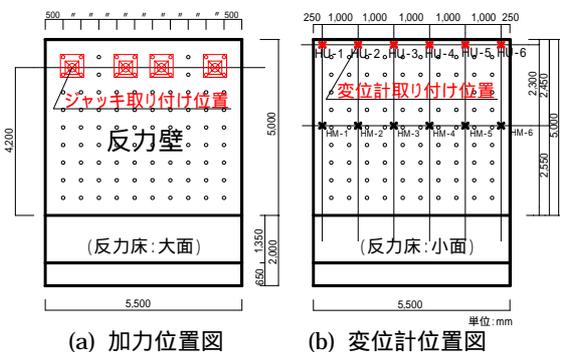


Fig. 5 性能試験水平変位測定計画図

4.性能試験結果 反力壁・反力床の性能試験の結果及び FEM解析結果との比較については、その 2 で報告する。

* (財)ベターリビング筑波建築試験センター・博士(工学)
 ** (株)セブテック建築研究所
 *** 日本工業大学 教授・博士(工学)

* Tsukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living
 ** Sebtech Building Research Institute
 *** Nippon Institute of Technology, Dr. Eng.