

サイドシューツつき特殊杭とその現場実験

林 公 重*

1. 要 旨

現在使用されている杭には種々の形態があり、おのおの特長を持っているが、本工法は写真-1(a), (b)に示すように中空のコンクリートパイルあるいはスティールパイルの側壁の開閉自在部(サイドシュー)を付設し、その開口により支持力を増大させるものである。すなわち

写真-1 (a) サイドシューつきコンクリートパイル
(閉設)

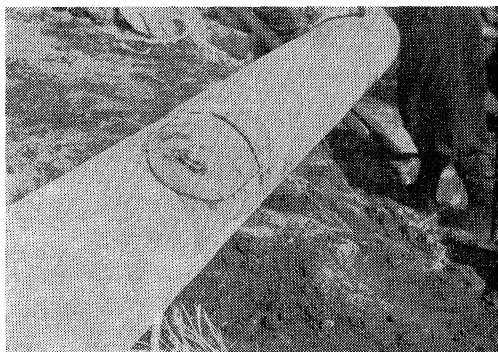
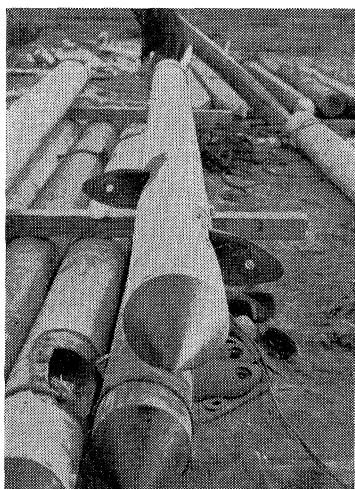


写真-1 (b) サイドシューつきコンクリートパイル
(サイドシューが開いた時)



杭打ち中はサイドシューを開鎖して貫入抵抗の増加を防ぎ予定根入れ深さにおいて、これを開かせて貫入抵抗を極度に増加させ支持力を増大させるもので、サイドシュー付設により根入れ深さを浅くし、また杭径を小さくして必要支持力を得ることができ施工上また経済上効果のある工法である。

この杭の現場実験は前後5回におよぶが今度広島市内を貫流する猿猴川に架設中の仁保橋の基礎杭として一部(東洋工業KK敷地内に265本)使用された。

本報告は、この架設工事中に行なった普通のコンクリートパイルとサイドシューつきコンクリートパイルの支持力の比較試験である。

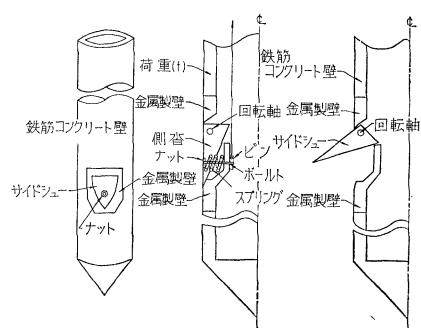
2. サイドシューつき特殊杭の概要

この杭は図-1, 2, 3に示すようで図-1, 2はサイドシューを閉設したときの状態、図-3はサイドシューが完全に開いたときの状態である。図中の金属製壁は写真-2のように杭の作製時に取り付け、外側は杭打ち時の貫入抵抗の増加を防ぐため杭はだに一致させる。サイドシューの外形は普通使用される杭は中空円柱形であるから、これを任意の角度で裁断した長円の円弧に近いものである。このサイドシューの開く角度は最大70~75°でサイドシューの有効抵抗面積についてはすでに発表¹⁾したように今度使用したサイドシュー1個の有効抵抗面

図-1
サイドシュー
閉設正面図

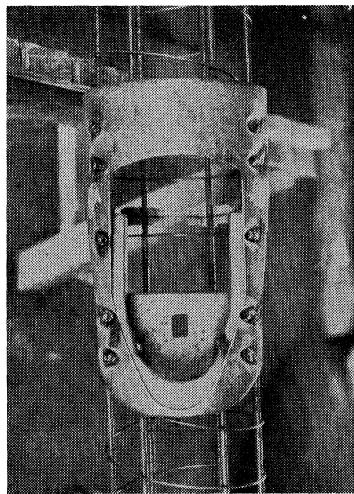
図-2
サイドシュー
閉設断面図

図-3
サイドシューが開
口した時の断面図



* 正員 広島大学工学部土木工学科

写真-2 サイドシューツキコンクリートパイル作製時のサイドシューフィット

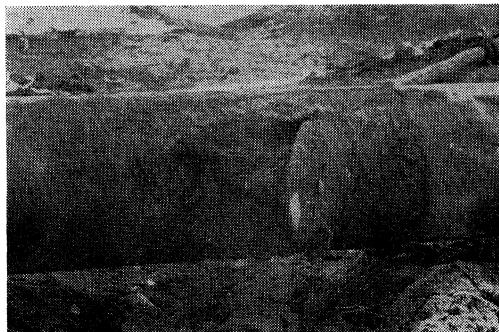


およびばす影響などを考慮して鉛直方向に重複しないよう
らせん形状に付設することが大切である。サイドシャー
用材料として鋳物を用いたが、ほかの材料を使用しても
よい。金属を使用する場合その腐食が問題になるが鋳物
の場合ほとんど加工しないので表皮の硅質黒皮が防食膜
となり半永久的なものと考えられる。しかし、鋳物は衝
撃に弱い欠点があるが、これはある程度設計上において
補強できるもので、現在まで一度も破壊した例はない。

3. 杭打ち方法

まずサイドシューを図-1, 2の状態に取り付けたのち、杭打ちを行なうが外形は普通の杭と変わらないので貫入抵抗はまったく変化がない。予定打ち止め少し前(N 値の状態により異なる)ピンを地上より引き抜き杭の中空部にコンクリートを投入し杭打ちを継続する。この際、サイドシューはまずスプリングの作用によりわずかに開くが、同時に杭打ちにより土砂をかみ杭の貫入とともに次第に大きく開く。本実験の場合 60~80 cm 程度

写真-3 サイドシューツキコンクリート パイルを
引抜いた時の状態



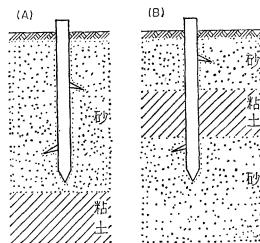
積はすべて約 300 cm² である。サイドシューは普通の場合 1 本の杭に 2 個付設する。1 個付設した場合、杭打ち中に偏心するおそれがある。要求する支持力が大きい場合、サイドシューの付設個数を増加すればよいが、サイドシューの同時開口に留意するとともに杭自体の強度またサイドシューが地盤へ

の貫入により完全に開いたが、このときサイドシュー附近は写真-3のようにモルタルでおおわれ、サイドシュー自体の強度が増すとともにサイドシューの開口により貫入抵抗は顕著に増加する。

4. 土質柱状図とサイドシャー付設位置の関係

サイドシューフック特殊杭は前述したように金属製壁を杭の作製時工場において取り付けるのでサイドシューの付設位置が問題である。サイドシューの位置はどこでも十分効果を発揮するとは考えられず、杭打ち現場において最も有効に作用する位置を選定しなければならない。このためには、まず杭打ち現場の土質柱状図が必要である。現今では杭基礎を考慮するほどの現場では、ほとんどボーリングを実施しているので、この点あまり問題はないが、この調査された土質柱状図をもとにサイドシュー付設位置を決定すればよい。一例をあげれば同一土質の場合は N 値の大きい位置に、また砂粘土互層地盤の場合は砂層中にサイドシューが聞くような位置を選定すればよい。かなり広く

図-4 サイドシューツキコンクリートパイルの使用例



定すればよい。かなり広い地域に杭打ちを行なう際には成層状態が複雑な変化を呈する場合もあるので、土質調査はある程度綿密に行なう必要がある。土質とサイドシャー開口位置の関係の一例を示すと 図-4 (A), (B) のようである。

5. 実験地の土性

実験場所は図-5に示すように広島市東洋工業KK敷地内で、実験位置は図中のa, b 2地点である。実験目的は普通のコンクリートパイルとサイドシャーフ付きコンクリートパイルの支持力の比較であり、実験位置の土質が支持力に大きく影響するから杭打ち場所はできるだけ同一条件の土質位置を選定することが必要である。こ

図-5 実験現場およびボーリング位置図
(広島市東洋工業敷地内)

△(a,b)：載荷試験位置
○(No. 1~No.5)：ボーリング位置
×(1~10)：橋脚位置

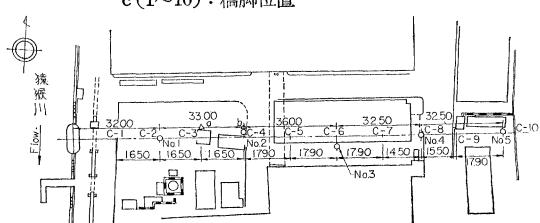


図-6 サイドシュー配置図

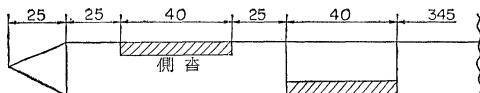


図-1 実験地の地質断面図

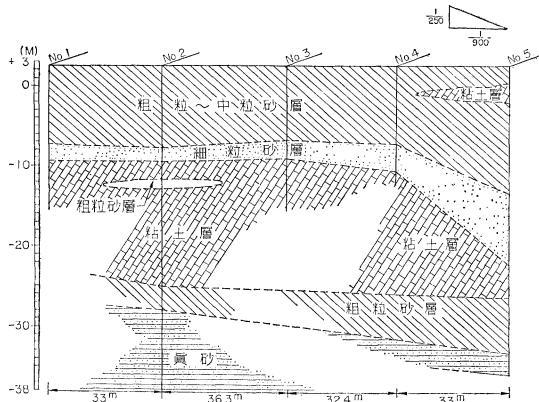


図-8 土質柱状図

Detailed description of the geological cross-section:

- Y-axis (Left):** Depth (m) from 0 to 1800.
- Y-axis (Right):** Thickness (m) for each layer.
- Lithology:**
 - 0-250m: Layer 1 (粗粒砂岩 - Coarse-grained sandstone), Layer 2 (中粒砂岩 - Medium-grained sandstone).
 - 250-650m: Layer 3 (粗粒砂岩 - Coarse-grained sandstone), Layer 4 (中粒砂岩 - Medium-grained sandstone).
 - 650-1020m: Layer 5 (粗粒砂岩 - Coarse-grained sandstone), Layer 6 (中粒砂岩 - Medium-grained sandstone).
 - 1020-1240m: Layer 7 (粗粒砂岩 - Coarse-grained sandstone), Layer 8 (中粒砂岩 - Medium-grained sandstone).
 - 1240-1650m: Layer 9 (粗粒砂岩 - Coarse-grained sandstone), Layer 10 (中粒砂岩 - Medium-grained sandstone).
 - 1650-1800m: Layer 11 (粗粒砂岩 - Coarse-grained sandstone), Layer 12 (中粒砂岩 - Medium-grained sandstone).
- Fossils:**
 - 0-250m: Layer 1 contains *貝化石* (貝壳化石).
 - 250-650m: Layer 3 contains *貝化石* (貝壳化石).
 - 650-1020m: Layer 5 contains *貝化石* (貝壳化石).
 - 1020-1240m: Layer 7 contains *貝化石* (貝壳化石).
 - 1240-1650m: Layer 9 contains *貝化石* (貝壳化石).
 - 1650-1800m: Layer 11 contains *貝化石* (貝壳化石) and *有孔蟲* (有孔虫).
- Drill Hole Data:**

層位 (Layer)	試験位置 (Test Position)	打撃数 (N)	記事 (Remarks)
1	1	40	0 ~ 250m
2	2	21/2	250 ~ 650m
3	3	120	含む貝化石層
4	4 1/2	70	650 ~ 1020m
5	5	260	含む貝化石層
6	6	24.0	1020 ~ 1240m
7	7	130	含む貝化石層
8	8	60	1240 ~ 1650m
9	9	6 1/2	含む貝化石層
10	10	3 1/2	有孔蟲および貝化石を含む
11	11		
12	12		
13	13		
14	14		
15	15		
16	16		
17	17		
18	18		

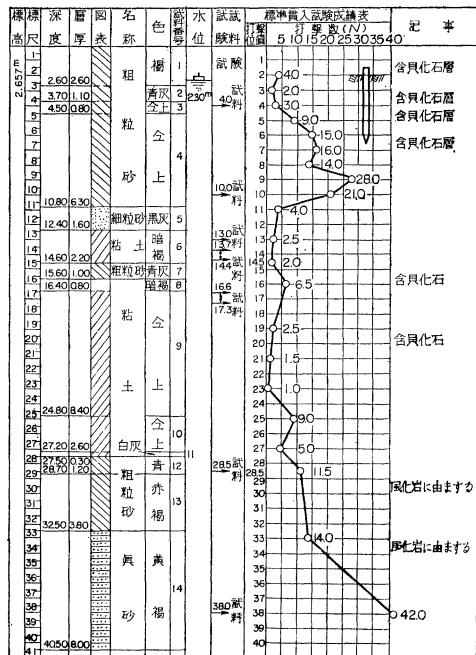
ためには同一地点付近を選ぶことが最も土質が近似してつごうがよいが、橋脚工事のため同一地点付近で多数の実験を行なうことができず、実験位置を 2 カ所にした。橋脚工事に先立ち 図-5 に示す位置にあらかじめ 5 カ所のボーリングを行なっているので、この土質柱状図をもとに 図-6 に示すような位置にサイドシャーを配置するとともに実験位置の選定を行ない図中の a, b 2 地点はおおむね土質が近似するものと考えられるので、この 2 地点を選んだ。ボーリング位置に沿う土質断面は図-7 のように、実験地付近の土質柱状図および標準貫入試験の結果は 図-8, 9 のようである。実験位置は橋脚工事のため 4 m × 15 m × 2 m 剖削して地下水位以下とし、その一端での実験である。

6. 試験杭および載荷試験

(1) 試 驗 杭

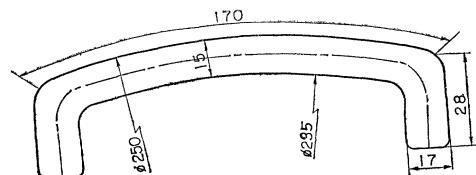
本工事に使用した 265 本のサイドショートつきコンケ

図-9 No. 2 の土質柱状図



リート パイルは橋脚1基について 27 本(杭間隔 1.5 m, 3 列)で、そのうち a, b 2 地点各 1 本と、ほかに b 地点に特別に普通のコンクリート パイル 1 本を打ち込み、これら 3 本について試験を行なった。杭長、杭径はいずれも 5 m, 250 mm, サイドシャー 2 個つきでサイドシャー 1 個の有効抵抗面積は前述したように約 300 cm² である。また側壁、サイドシャーの金属部の全重量は約 20 kg, 金属製壁の表面積は約 40 cm × 30 cm でサイドシャーの開口角度は前述したように 70°~75°, サイドシャーが完全に開いたときの翼長は約 25 cm である。開口後のサイドシャーは片持ばかりと考えられ曲げ作用を受けるが杭打ち中の完全開口時、一時的に曲げ衝撃作用を受けるので FC 25 の鋳物を用い鋳物の特性を考慮して固定部を 図-10 のような構造にした。図-10 におけるサイドシャーの断面積は約 25.3 cm² で、その曲げ強さは約 41.7~51.1 kg/mm², 死荷重および衝撃に対しては安全率を 4 および 15 とするから、これらに対する強さは、それぞれ約 26.9 t および 7.2 t となるが、サイドシャーの周囲に土砂が充満するから実質強度は計算値よ

図-10 サイドシュー固定部の断面



りもかなり大きいものと考えられる。今までの実験結果からみてサイドシューを2個付設したコンクリートパイアルの降伏荷重は50t前後程度で普通のコンクリートパイアルの約2倍になるところからサイドシュー1個にかかる荷重は、その1/4程度と考えられる。したがってサイドシューは死荷重に対しては十分の強度があるが、衝撃に対しては明確な解が得がたく今までの実験結果からすれば必要強度はあるものと考えられる。また実験におけるサイドシュー開口確認方法はサイドシューの先端部に針金の一端を固定し、サイドシュー接合部本体に取り付けたフックをとおして針金を地上に導き、この針金の伸びにより測定した。この場合、サイドシューの開口により土砂をかむため針金の伸び率は一定ではないが、今までの測定結果からすればサイドシューの開口率は100%とみなされる。

(2) 載荷試験

- a) 載荷試験器材 載荷用器材として用いたもののうち、おもなものはつぎのようである。
- ① 松丸太(末口15~20cm, 長さ5~7m, 試験杭1本につき4~6本使用)
 - ② ターンバックル($1\frac{1}{4}$, 90cm, 試験杭1本につき6~8本使用)
 - ③ 鋼製連結バンド(厚さ15mm, 松丸太とターンバックルの連結用)
 - ④ 加圧キャップ(写真-4のように直径50cm, 厚さ20cmの中空鉄板)

写真-4 加圧キャップ

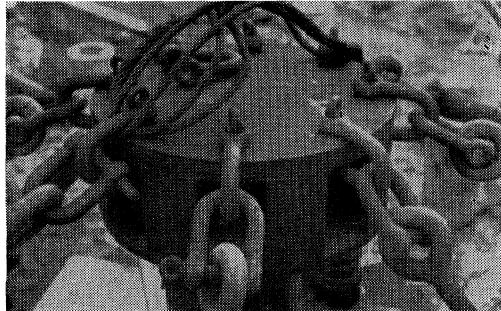


写真-5 載荷試験状況



さ20cmの中空鉄板

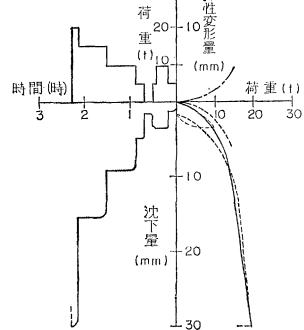
- ⑤ オイルジャッキ(50t)
- ⑥ その他ダイヤルゲージ(ストローク30mm, 2個)などである。

b) 載荷方法 載荷状況は写真-5に示すように、その大要はつぎのようである。

まず試験杭の周囲に2~2.5m離れてアンカー杭の松丸太4~6本を打ち込み、これに鋼製連結バンドを取り付け、このバンドと加圧キャップをターンバックルで連結し加圧キャップの直下にオイルジャッキおよび試験杭頭がくるように装置し、試験杭頭に両翼ほぼ対称にダイヤルゲージを取り付けた。したがって載荷荷重は松杭の引抜き抵抗を利用したのであるが、オイルジャッキで加圧した場合、松杭がたわみ、必要荷重を得がたくなつた場合はターンバックルを締め付けることにより必要荷重を簡単にうることができる。この方法は各種の欠

図-11 b 地点の普通使用され

ているコンクリートパイアルの載荷試験



点はあるが、載荷重が比較的小さい50~60t程度の試験には適当で経費が少なく、特に試験杭が偏心した場合その状態に応じた処置が簡単に取りうるなどの利点がある。

c) 試験結果 載荷試験は普通杭打ち後10日前後の日数をおいて行なうが工事の関係上杭打ち後3~4日お

図-12 a 地点のサイドシューつきコンクリートパイアルの載荷試験

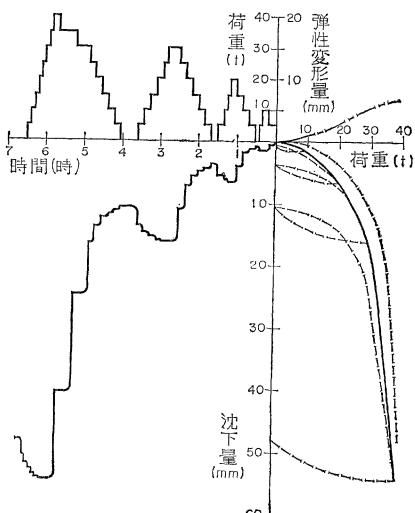


図-13 b 地点のサイドシューつきコンクリートパイルの載荷試験

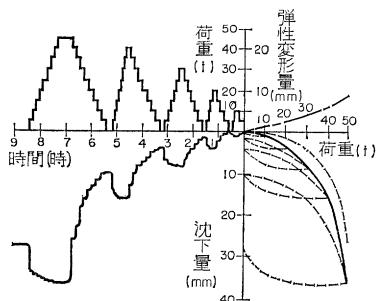


図-11～13 に示すようである。図-11 は b 地点における普通のコンクリートパイルの荷重一時間一沈下曲線で、図-12, 13 は a, b 両地点におけるサイドシューつきコンクリートパイルの荷重一時間一沈下曲線である。これから推定される降伏荷重は普通のコンクリートパイルの場合、全沈下量 14 mm で約 15 t サイドシューつきコンクリートパイルの場合 a 地点では全沈下量 12 mm で約 40 t, b 地点では全沈下量 10 mm で約 30 t である（降伏荷重推定に際しては別に 1 cm 方眼、半対数方眼、両対数方眼に測定値をプロットし参考にした）。

7. 考察ならびに結語

以上の実験結果からみるとサイドシューつきコンクリートパイルの支持力は普通のコンクリートパイルの支持力にくらべ 2～2.7 倍の増加である。いま各杭とも

いて実施し、短期荷重試験によったが図-8, 9 に示すように杭の根入れ範囲はすべて砂地盤で各荷重段階における沈下は早期に停止した。これらの試験結果は

杭周摩擦力は近似的に等しいと見なして支持力の増加分について考察すると杭先抵抗面積は各杭とも同一で普通の杭の場合、約 490 cm^2 、サイドシューつきの杭の場合杭先抵抗面積およびサイドシューの抵抗面積の和は約 1090 cm^2 で約 2.2 倍である。したがって杭先抵抗に相当する抵抗面積が約 2 倍になった杭の支持力は普通の杭の支持力の約 2 倍になっている（詳細に検討した場合、サイドシューつき杭の群杭としての効率、サイドシュー位置の N 値、サイドシューを付設したための杭周摩擦力の増減、杭先角度の影響など幾多の未解決の問題をふくんでいるが）。このことから考えるとサイドシューはかなり有効に働いているものと思われる。いま上述の結果からすればサイドシューを 2 個付設した場合、必要支持力を得るに使用する杭数は半分ですみ、ベース幅もかなり縮小できることになり、根入れ深さを浅くして必要支持力を得ることも可能で、これにともなう工事費をかなり節減できることになるものと考えられ、砂地盤の浅い杭基礎の場合、支持力への寄与分は杭周摩擦抵抗よりも杭先抵抗が大きく、したがって杭打ちなどを無視して支持力のみからすれば、杭周面はなめらかな状態よりも凹凸のある状態が好ましく杭周の摩擦抵抗を先端抵抗に相当する抵抗に置換することが最良の方策のように考えられる。’

参考文献

- 1) 林 公重：摩擦杭の支持力増強法の一考察、広島大学工学部研究報告、Vol. 5, 昭 31.11
(1963. 8. 7・受付)

コンクリート・ジャーナル講読について

日本 A.C.I. では 38 年 2 月より機関誌「コンクリート・ジャーナル」を刊行しておりますので講読ご希望の方は下記へ直接お申込みまたはご連絡下さい。

記

雑誌名：「コンクリート・ジャーナル」隔月（偶数月）刊
体裁：B5 判 8 ポ横 2 段組 60 ページ（年 2 回増大号）
定期価格：年間講読料 1000 円（送料共） 1 部 200 円（送料 30 円）
内容：コンクリート関係の論文・工事報告・文献紹介・その他
申込先：東京都中央区日本橋本町 3-5・ワカ末ビル・ケンメイヤー技術株式会社
その他：創刊号以来の残部が多少ありますのでご希望の方はご連絡下さい。

CIVIL ENGINEERING IN JAPAN 頒布

CIVIL ENGINEERING IN JAPAN, 1961

A4 判 80 頁

定価 700 円 (円共)

CIVIL ENGINEERING IN JAPAN, 1962~3

A4 判 125 頁

定価 700 円 (円共)