

I-19 鋼管杭の各種杭頭処理方式の耐荷力の比較実験

札幌市建設局土木部

佐藤 巖

札幌市建設局土木部

立花 邦雄

北海道大学工学部

正員 渡辺 昇

北海道大学工学部

正員 佐藤 浩一

北海道大学工学部

及川 昭夫

1. まえがき

本研究は、図-1 (a) ~ (i) に示すような9タイプの杭頭処理方式を考え、鉛直荷重によるそれぞれの杭の耐荷力の比較実験を行ない、その結果を報告するものである。

2. 実験に用いた各種杭頭処理方式の供試体

図-1 (a) ~ (i) に示すような9タイプの杭頭処理方式を考え、基本構造図及び配筋図は図-3に示すように、外径 400mm、肉厚 9mm、長さ 500mmの鋼管杭に、直径 800mm、高さ 600mmの鉄筋コンクリートを打設した。鋼管は STK41、鉄筋は SD19、SD13 を用いた。コンクリートの圧縮強度は平均値で 291kg/cm^2 、スランプ 9.5cm、Air 4.0 % のものを用いた。

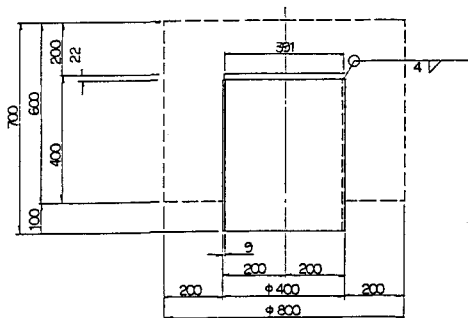
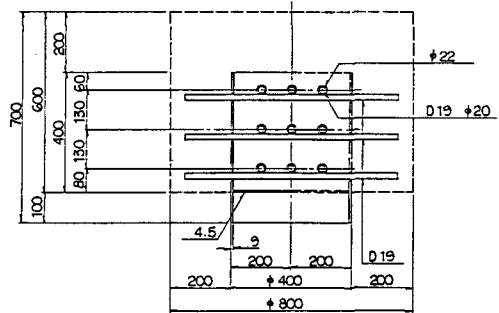


図-1 (a) : Aタイプ

図-1 (b) : Bタイプ

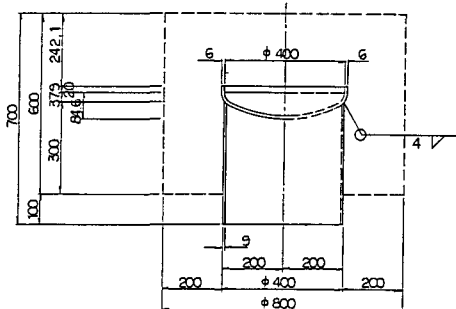


図-1 (c) : Cタイプ

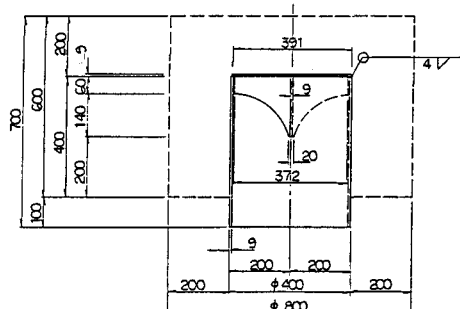


図-1 (d) : Dタイプ

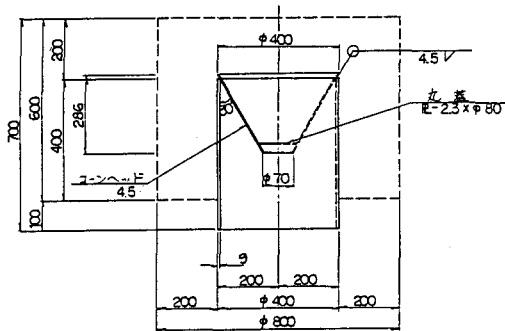


図-1 (e) : Eタイプ

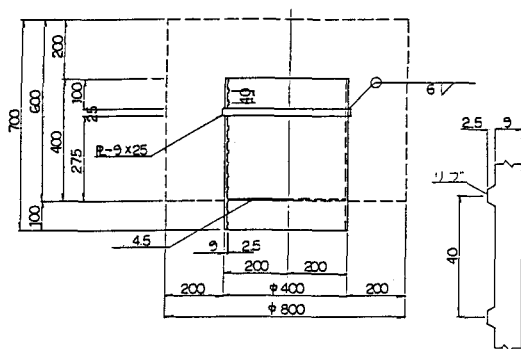


図-1 (f) : Fタイプ

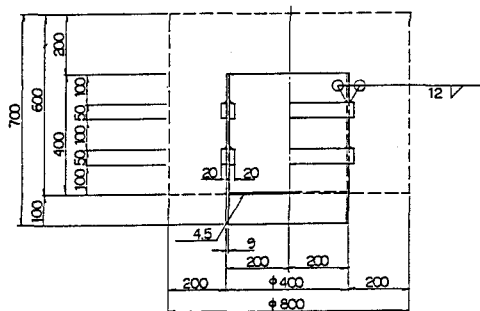


図-1 (g) : Gタイプ

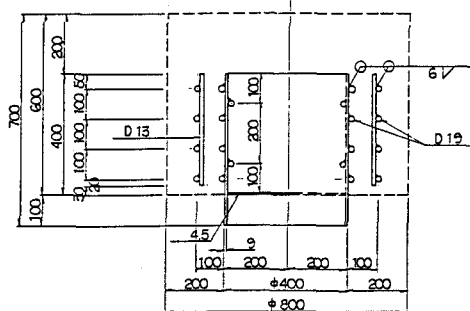


図-1 (h) : Hタイプ

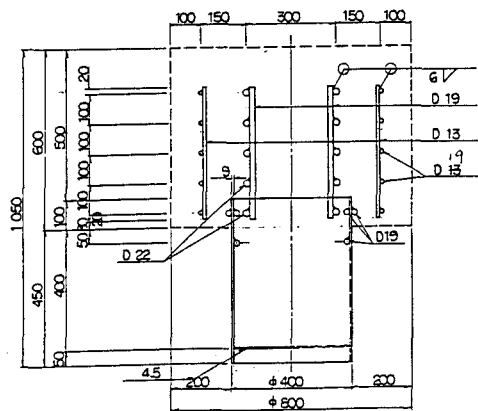


図-1 (i) : Iタイプ

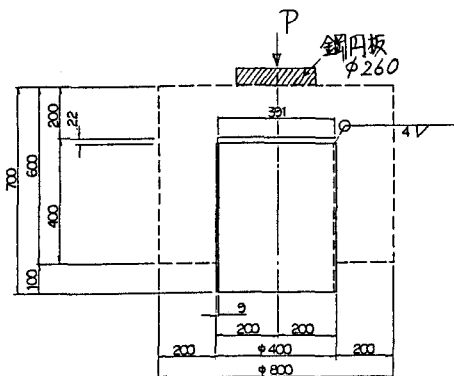
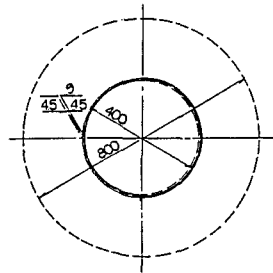
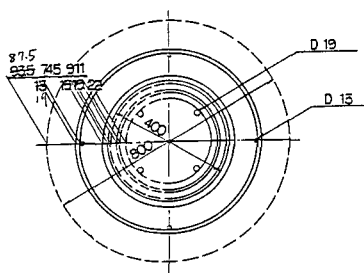


図-2 : 載荷方法



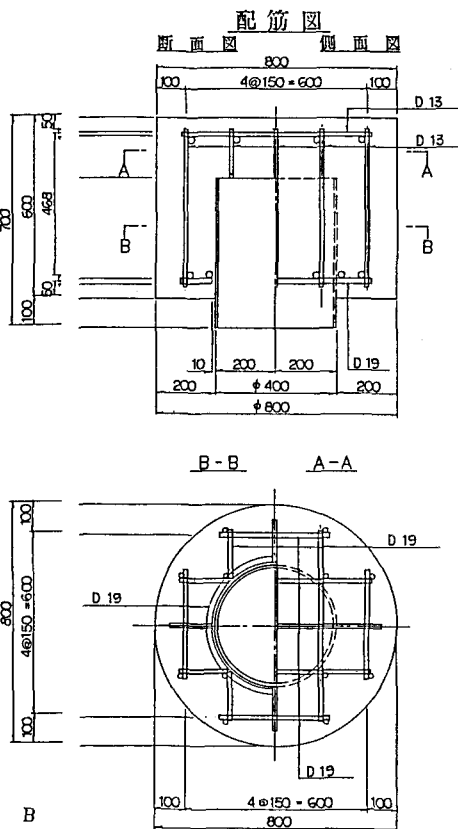
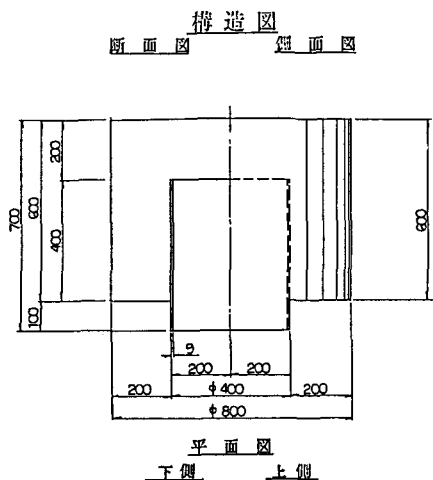
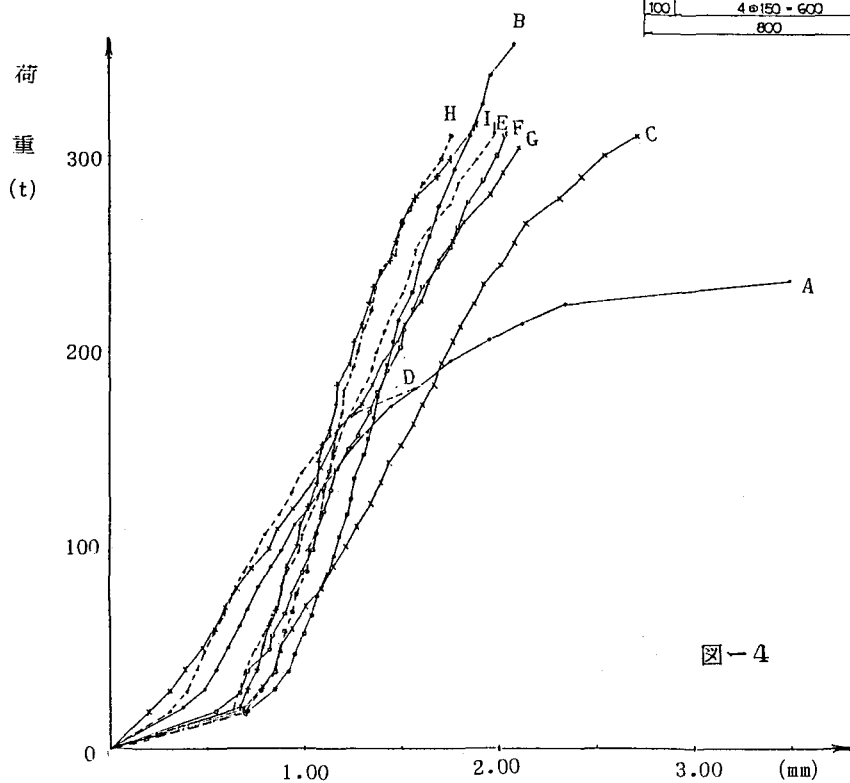


図-3



3. 実験方法（載荷方法）

9 タイプとも図-2に示すように杭頭の中心に直径 260mm、厚さ 30mm の鋼円板を載せ、その円板に集中荷重を載荷し、10 トン づつ増していった。着目点の鉛直たわみはダイヤルゲージで測定した。ダイヤルゲージの設置箇所は鋼円板上（中心から 260mm）に円周を等分するように3箇所、同様にして、コンクリート上の中心から 400mm の円周上に3箇所とした。その差をとり、差の平均値を求めた。

4. 実験結果

9 タイプの荷重-たわみ曲線は図-4のようになった。考察は後述する。

なお、これらの実験の外に次のような実験も行なった。

5. 鋼管杭の丸蓋十字の実験

前述のDタイプと同種類（丸蓋十字）のものについて、コンクリートの厚さが丸蓋十字に及ぼす影響について実験を行なった。

5-1 実験項目

- (1) 図-5のように、丸蓋十字に直接荷重 P を載荷し、丸蓋十字内の応力分布を調べた。
- (2) 図-6のように、丸蓋十字の上に厚さ 200mm の鉄筋コンクリートが打設硬化した後に、荷重 P を載荷し、丸蓋十字内の応力分布を調べた。
- (3) 図-7のように、丸蓋十字の上に厚さ 500mm の鉄筋コンクリートが打設硬化した後に、荷重 P を載荷し、丸蓋十字内の応力分布を調べた。いずれも、供試体は、図-8に示すように3種類（第1型、第2型、第3型）とした。

5-2 実験結果

(1) 丸蓋の応力

図-9は、図-5で単純支持の場合、丸蓋の上面と下面の応力分布を示した例である。

丸蓋にリブがついているところの付近に Shear lag が生じていることがわかる。

扇形平板の半径方向応力 σ_r (kg/cm²) は、扇形の中央部付近に大きな値を生じ、上面ではマイナス（圧縮）、下面ではプラス（引張）である。

(2) 十字リブの応力

図-10は、同じ実験の場合で、十字リブの応力分布を示した例である。十字リブは全体的にプラス（引張）の値であり、下縁に近づくほどその値は大きい。

(3) コンクリートの厚さが丸蓋十字の応力に及ぼす影響について

図-5、図-6、図-7のコンクリートの厚さを変えた場合の載荷実験を行ない、扇形平板の半径方向最大応力 σ_r と、十字リブの $x=14.5\text{cm}$ における下縁応力 σ_m の実測値を示すと、図-11、図-12の通りである。これより次のことがわかる。

- (a) コンクリート厚が大きくなるほど、丸蓋十字に分配される荷重は小さくなる。コンクリート厚が 50cm を越えるような場合は、丸蓋十字の第1型、第2型、第3型の差異は殆どなくなる。
- (b) コンクリート厚が 20cm 程度の場合には、丸蓋十字の耐荷力は、次の順番であり、スタッドの着いたものは強い。

第3型 > 第2型 > 第1型

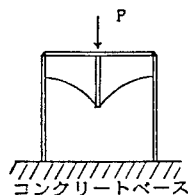


図-5

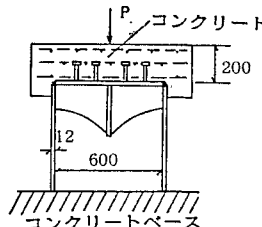


図-6

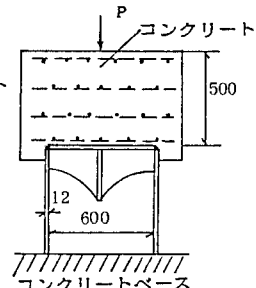


図-7

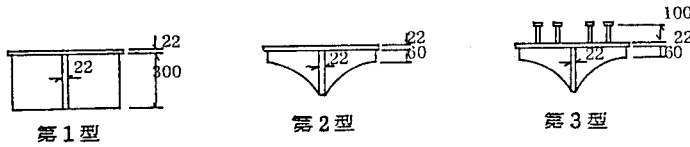


図-8

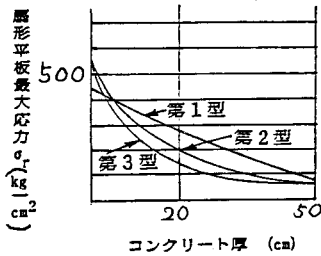


図-11

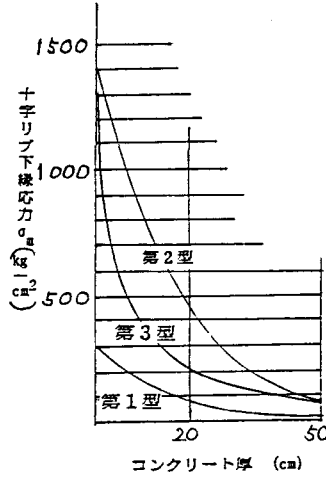


図-12

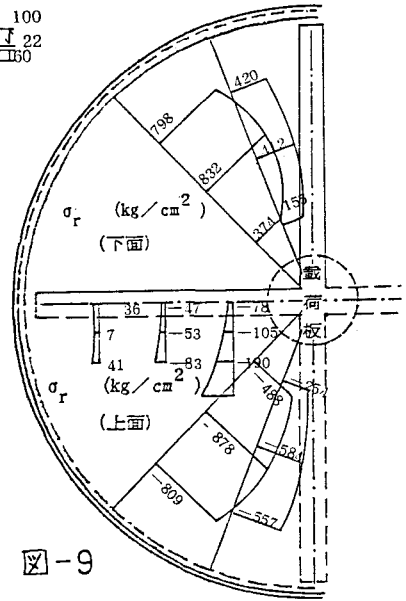


図-9

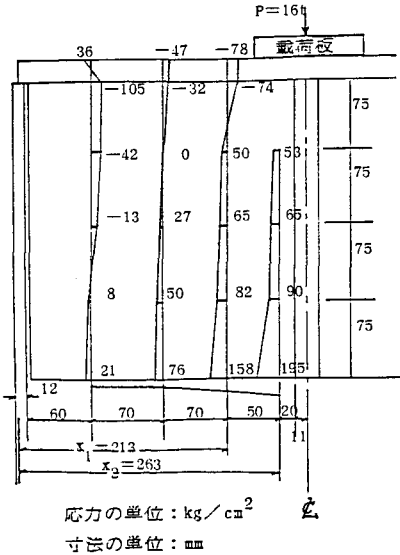


図-10

6. 実験結果の考察

(1) 鉛直載荷実験の考察

今回のように、コンクリートブロックの上面から鉛直載荷する場合、杭頭部における力の伝達機構は、図-13のように、次の三つであろう。

- 1) 第Ⅰ系：コンクリートブロックと鋼管との直接支圧
- 2) 第Ⅱ系：鋼管壁とコンクリート面とのずれせん断
- 3) 第Ⅲ系：鋼蓋とコンクリートの局部耐荷

今回は9個の供試体について載荷実験を行なったが、それぞれの供試体の力の伝達機構が異なっているため、どの供試体が強く、どの供試体が弱いといった定量的な評価はつけ難かったが、それぞれの供試体についての考察は次の通りである。

1) Aタイプ（円板厚 22mm）とDタイプ（丸蓋十字、円板厚 9mm）について

200 t 程度でコンクリートに亀裂が発生した。これは、力の伝達機構第Ⅲ系によるもので、5. の鋼管杭の丸蓋十字の実験において示されたように、耐荷力は丸蓋の曲げとコンクリートの直接せん断に支配されるから、コンクリートの厚さをもっと大きくすれば、図-11と図-12のように、耐荷力は大きくなる。

2) Cタイプ（KPヘッド）とEタイプ（コーンヘッド）について

300 t でもコンクリートに亀裂が発生しなかった。これは力の伝達機構第Ⅲ系によるものであるが、AタイプとDタイプにくらべて、コンクリートの厚さが大きいので、コンクリートの耐荷力がそれだけ大きかったものと思われる。

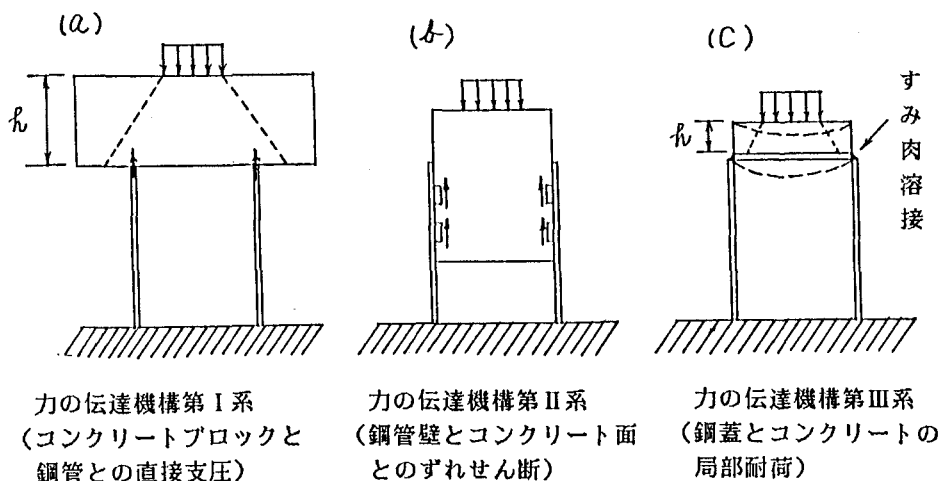


図-13

3) Fタイプ、Gタイプ、Hタイプ、Iタイプ、Bタイプについて

いずれも 300 t でもコンクリートに亀裂が発生しなかった。これは力の伝達機構第Ⅰ系と第Ⅱ系の協同によるものである。

(2) 施工性の考察

Fタイプ、Gタイプ、Hタイプのように、力の伝達機構第Ⅱ系の耐荷力を増すために、鋼管壁の内外面にリング状の厚い鋼帯板や太い丸鋼を現場溶接するタイプは、次の二つの施工性の点から問題がある。

- (イ) 鋼管は必ずしも真円の状態でないので、リング状の厚い鋼帯板や太い丸鋼を現場ではめこむ作業が甚だしく困難である。
- (ロ) 上向きの現場溶接が入るので、溶接作業が危険で難しく、溶接欠陥が生じやすいおそれがある。

(3) 今後の耐荷力実験について

鋼杭頭部とコンクリートとの結合部には、実際構造としては、鉛直荷重、水平荷重、ねじり荷重などが作用する。結合部の耐荷力が強いということは、これらのいずれの荷重に対しても強いということではなければならない。従って、今回のような鉛直載荷実験のみでは、総合的な耐荷力の判定としては不十分なので、将来、他の載荷実験をする予定にしている。