

沖繩総合事務局 那覇港工事事務所 正 金次寛  
川崎製鉄株式会社 正 橋本 正治

1. まえがき

沖縄県臨海部の地盤は、珊瑚質の琉球石灰岩層を主体に構成されており、珊瑚の堆積、風化の違いにより、非常に不均質な地盤になっている。図-1のN値50を示す石灰岩層中には、比較的硬質の岩あるいは軟石が混在していることが多い。そのため基礎杭を打撃工法で施工する場合には、数m以内の範囲でも杭が容易に貫入したり、杭を損傷して貫入しないことがある。N値10~20の風化石灰岩層でも、一般の砂層のN値と同等に評価できないような特性がある。そのため、那覇港臨港道路橋基礎建設にあたっては、杭の安全な貫入を図るため、アースオーガによる拡大先行掘削工法を用いている。これら沖繩特有の地盤で施工した杭の支持力を調査するため、鋼管杭での鉛直載荷試験と鋼管矢板での水平載荷試験を実施したので、ここにその結果を報告する。

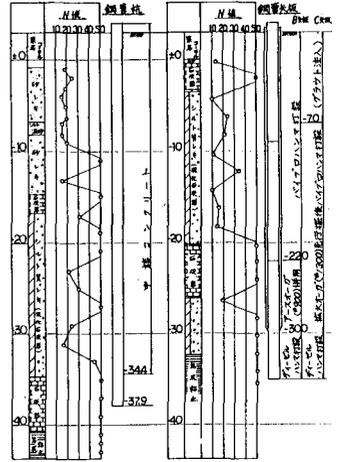
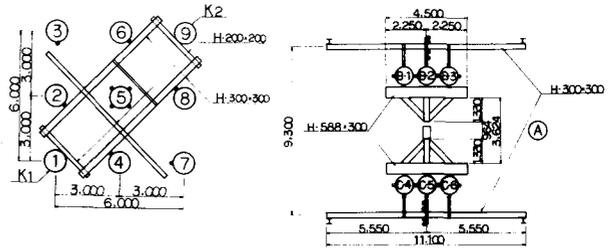


図-1 柱状図と試験杭の根入れ状況図

2. 載荷試験の概要

(1) 鉛直載荷試験; 図-2(a)のような杭配置で、試験杭として、φ1200×t16×L41.5mの鋼管杭を、500tの油圧ジャッキ3台を使用して載荷した。鋼管内は-34.4mまでコンクリートで中詰めした。杭はMB70のディゼルハンマにより打設したものである。

(2) 水平載荷試験; 図-2(b)のような配置で、φ1000×t16×L9.0mの鋼管矢板3本組を、300tの油圧ジャッキを使用して載荷した。矢板は図-1に示す手順で施工した。拡大ヘッドを使用したC矢板周囲には、約7m<sup>3</sup>までグラウト注入した。このC矢板と現地盤に打設したB矢板とで、水平地盤反力



にどのような相違があるか、原地盤の水平地盤反力 (a) 鉛直載荷試験の場合 (b) 水平載荷試験の場合をN値との関係でいかに評価するかが、この水平載荷試験の主な目的である。

3. 鉛直載荷試験結果

図-3に載荷試験の荷重-沈下量-時間曲線の関係を示す。これらの結果から、降伏荷重は810tであった。一方反力杭について、引抜き荷重と引抜き量(Sp)の関係を整理してみると図-4のようになる。これをlog fn-log Sp (fn:杭周面摩擦カチン) 曲線で見ると、3杭と6杭は、fn=0.7chinで降伏している。他の反力杭については、明確な降伏は見られないものの、1.3~1.5 chinでその兆候がある。

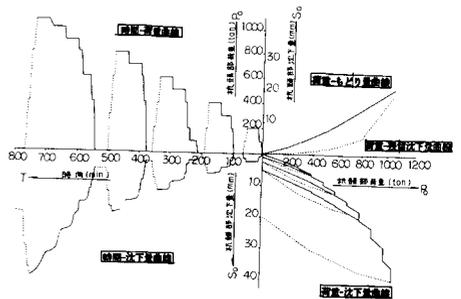


図-3 鉛直載荷試験 荷重-沈下量-時間曲線

#### 4. 水平載荷試験結果

水平載荷試験では、載荷荷重に対する鋼管矢板の頭部及び地中部の水平変位、ひずみと地盤の浮上りなどを測定した。最大載荷荷重は160tで、その結果を整理してみたが、明確な降伏点を確認することができなかった。相対する鋼管矢板の真中のB-2、C-5矢板について、各荷重段階における水平変位は図-5の通りである。

#### 5. 考察

(1) 鉛直支持力について； $N$ 値をそのまま評価した。Meyerhofの修正式による許容支持力は840tである。試験結果による許容支持力（降伏荷重の $1/2$ ）は405tで、算定支持力の半分である。砂地盤における摩擦抵抗最大値 $f_{max}$ と $N$ 値の関係は、 $f_{max} \cong 1/5$ とされているので、この地盤での平均 $N$ 値30を当てはめると $f_{max} \cong 6 \text{ t/m}^2$ となる。ところが、反力杭から得られた周面摩擦力は、 $f_n \cong 0.7 \sim 1.5 \text{ t/m}^2$ であるので、一般の砂地盤で得られる $N$ 値から求めるよりかなり小さく評価しておかなければならない。

(2) 水平支持力について；鋼管矢板を弾性床の上の梁として、頭部水平変位の実測値と計算値の比較をすることにより、変位1cmの時の±0以上の地層（1層目）の $K$ 値を逆算した（図-6）。この時±0～-4.0mの地層（2層目）、-4.0～-35.0mの地層（3層目）の $K$ 値は一般の砂地盤で用いられる、「矢板式基礎の設計と施工指針」の式、 $K = 1.28 \times \frac{1}{30} \times \beta_0 \cdot B^{-2} \cdot (\frac{1}{5} \text{ cm}^2)$ によりボーリングの $N$ 値から計算して与えた。現地盤に打設したB-2矢板での推算 $K$ 値は $2.3 \text{ kg/cm}^2$ であるが、これは $N$ 値に換算すると $N = 8.3$ となり、第1層の実測 $N$ 値と一致している。また、C-5矢板では、 $K = 3.5 \text{ kg/cm}^2$ と推定され、B-2矢板の1.5倍のバネ強さになっている。この差は矢板周囲のグラウト注入の効果と判断され、拡大オーガーによる先行掘削工法による杭周空隙は十分グラウト充てんされ、設計上安全な水平地盤反力をとりうると考えられる。

図-7は、載荷重150トンの時の地中水平変位の計算値と実測値をプロットしたものである。両者は比較的よく一致しており、神繩の特殊地盤であつて、水平支持力については前述した一般の支持力公式により計算することが可能と考えられる。

#### 6. あとがき

神繩における杭の載荷試験の例は、非常に少なく、今回の試験で断定したことは言えないものの、支持力の定性的傾向は把握できたと思う。神繩地盤の支持力公式を見出すために、さらに機会あるごとに各種の載荷試験を実施し、データの集積をはかることが必要と考えている。

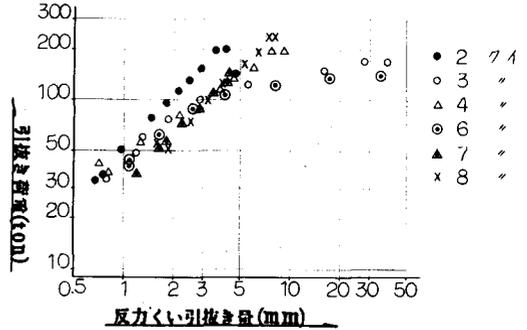


図-4. 反力杭の $\log P_p - \log S_p$ 曲線

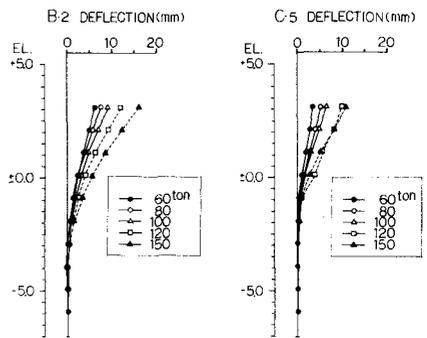


図-5. 水平荷重毎の水平変位の比較

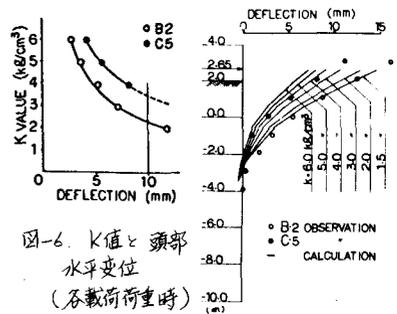


図-6.  $K$ 値と頭部水平変位（各載荷荷重時）

図-7.  $K$ 値と地中水平変位（150トン時）