

新里層泥岩における鋼管杭の打込特性

渡慶次勇雄、大城芳樹、伊野波盛義、新田宗一

1. はじめに

沖縄本島の中南部の地域には島尻層群が広く分布している。島尻層群は第三紀中新世後期から第四紀更新世早期にかけて堆積した海成の地層で、上位より新里層、与那原層、豊見城層に区分され、その全層厚は2600mに達するといわれ、同地域の基礎を形成している。¹⁾ 新里層泥岩は本島東側の一部地域に分布し、本島南部の知念半島及び本島中部の勝連半島と周辺離島に見られる。同層は他の泥岩に比べ生成年代が新しく固結度の低い泥岩で、構造物基礎としては注意を要するといわれてきた。ところが、新里層泥岩は分布範囲が狭いこともあって、同層において鋼管杭を打設した記録が少なかったようである。

今回、比較的軟質である新里層泥岩に杭径 $\phi 1000\text{mm}$ 鋼管杭の打込みを行う機会があったので、その打込結果を報告するものである。

2. 第三紀層軟質泥岩

今回鋼管杭の打込みを実施した新里層泥岩の代表的なN値分布を図1に示す。図1に示すように地表から13m程度までは軟弱な海成沖積層が堆積し、その下に新里層がある。新里層は同層の表面から5~6mまではN値20~30でバラつき、その後N値40~50が3m程度続き、さらにN値50以上を示している。一方、同層の一軸圧縮強度とN値の関係を図2に示す。²⁾ 図2によればN値20以下の一軸強度のバラつきが大きいものの、N値30以上ではほぼ $q_u = N/10 (\text{kg/cm}^2)$ なる相関関係が得られている。この値は与那原層泥岩の q_u とN値の関係 $q_u = N/4 \sim N/5 (\text{kg/cm}^2)$ ³⁾に比べ、約1/2の値となっており、軟質であることを示している。

このように軟質の新里層泥岩で支持層面をどの位置にとらえるか問題があるが、『道路橋示方書』によれば、良質な支持層として粘性土の場合N値20以上、もしくは $q_u = 4 \text{kgf/cm}^2$ 以上を目安とするとあり、設計段階においては一軸強度とN値の相関関係が低いことを考慮してN値30~40の層を支持層として設計の杭長を決定している。しかし、その場合新里層泥岩にかなり杭を打込む必要があり、施工時における杭の打込みの可不全が問題であった。

3. 打込結果

今回打込みを行った鋼管杭におけるN値30以上の新里層泥岩への杭の根入れ長と貫入量及びリバウンド量を図3に示す。また、図4に杭の打撃回数と貫入量及びリバウンド量の関係を示す。図3によると、新里層泥岩への打込みはN値30以上へはほぼ杭径の3倍以上打込むことが可能である。また、杭は設計長通りほぼ打込めており、高止まりしたのは全本数283本中約5%程度であった。

この値を他の泥岩層と比較すると、他の泥岩層では杭径程度打込む

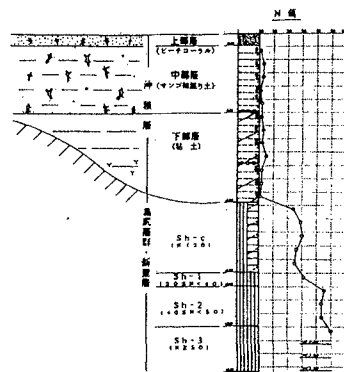


図1 鋼管杭打込みを実施した新里層泥岩のN値分布

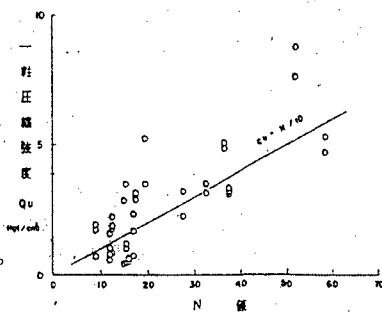


図2 新里層泥岩における一軸圧縮強度とN値の関係

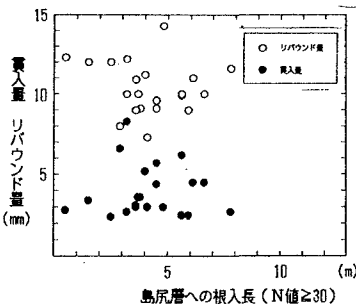


図3 新里層泥岩におけるN値30以上への根入れ長と貫入量、リバウンド量の関係

のが限度で中には貫入不能といった例もある。

さらに図3におけるN値30以上への根入れ長と杭のリバウンド量の関係は、リバウンド量が根入れ長に関係なくほぼ一定であり、貫入量は根入れ長に反比例する傾向にある。一方、図4で杭の打撃回数 n と貫入量 S は、概ね $n = A \cdot e^{-S} + B$ なる相関性が見られるが、リバウンド量との相関性は見られない。このように新里層泥岩は、同層への根入れを増大してもリバウンド量があまり変化が見られず、貫入抵抗だけ増大する傾向がある。

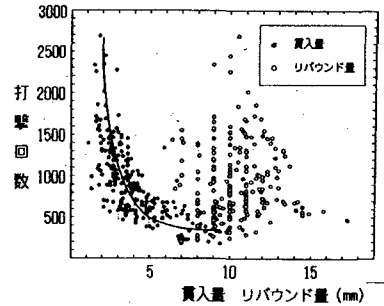


図4 杭の打撃回数と貫入量、リバウンド量の関係

4. 動的支持力

図5に打込みを実施した鋼管杭における設計支持力（静的支持力）と動的支持力の関係を示す。図5には動的支持力における杭先端の支持力と杭周面摩擦による部分を表示してあるが、約6割～7割が杭先端で残りの3～4割が杭周面摩擦力で負担している。新里層泥岩については杭先端の支持力を表すリバウンド量が根入れ長に関係なくほぼ一定である事から、N値30以上への根入れ長を増しても杭先端部分の支持力はあまり変化がないと言える。また、設計支持力（静的支持力）と動的支持力を比較すると全体の7割が動的支持力の方が上回っており、静的支持力が上回る杭においてもその差は10%程度で『道路橋示方書』における杭の設計支持力を、新里層泥岩に適用しても設計上さしつかえないと思える。

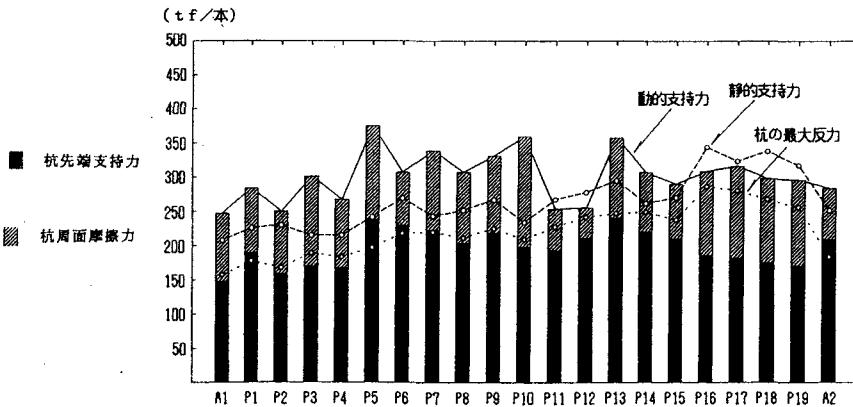


図5 各杭における動的支持力と静的支持力

5. まとめ

新里層泥岩について鋼管杭の打込み特性と動的支持力をまとめたが、その結果、他の泥岩層に比べ軟質であることから杭の打込みは比較的容易で、N値30以上でも杭径の3倍～4倍打込みが可能である。また、同層への根入れ長を増すと貫入抵抗は大きくなるが、杭先端部分の動的支持力を表すリバウンド量はあまり変化が見られない。動的支持力と設計支持力では、鋼管杭の7割が動的支持力の方が上回っており、設計支持力を上回った杭でもその差は10%以内である。

従って、新里層泥岩においては、設計支持層面をN値30～40の層として『道路橋示方書』による設計支持力により設計を行えば問題なく、無理にN値50以上まで杭を根入れする必要はないと思われる。

- 1) 木崎甲子郎編「琉球弧の地質誌」沖縄タイムス社発行
- 2) 第三回沖縄土木工学研究発表会「構造物基礎の支持層としての新里層泥岩の地質特性」
- 3) 新城俊也著「土質材料としての泥質堆積岩の力学特性に関する研究」