

Ⅲ-473

高架橋分割施工における先端強化型場所打ち杭の評価

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 内田 吉彦

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 奥村 文直

北海道旅客鉄道（株）正会員 吉野 伸一

1. はじめに

J R北海道札沼線における札幌市新川地区立体交差化事業は、札幌市およびJ R北海道の協定をもとに平成5年2月に工事着手された。本工事の高架橋においては、1期施工の既設高架橋に2期施工分を継ぎ足す分割施工が採用された（図1）。これにより1期施工と2期施工の境界において、2期施工側の不等沈下による不連続面が生じないように、2期施工の基礎工に先端強化型場所打ち杭が用いられることとなった。本報では、現場で採られた施工データより地盤反力係数（地盤ばね）を求め、その傾向をもとに工法の妥当性を検討する。

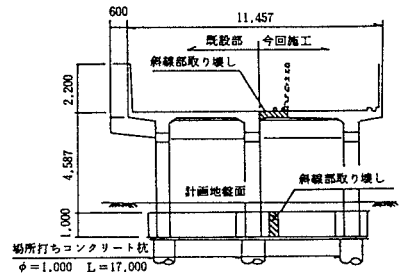


図1. 札沼線新川高架橋断面図

2. 施工概要

本工事で用いられた先端強化型場所打ち杭は杭長17m、杭径1mで先端部のリング形状を図2に示す。また地盤条件を図3に示す。施工手順は、リングのすべてを概ね50tfで載荷しその後3重のリングの内側から順次貫入を行う。また、貫入効果の確認のため数度の再載荷を行っている。荷重強度は第1リングが約396tf/m²、第2リング約331tf/m²、第3リング約238tf/m²となる。

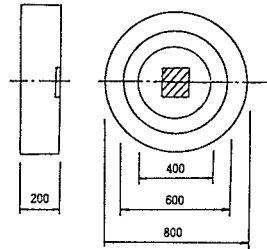


図2. コンクリートリングの形状

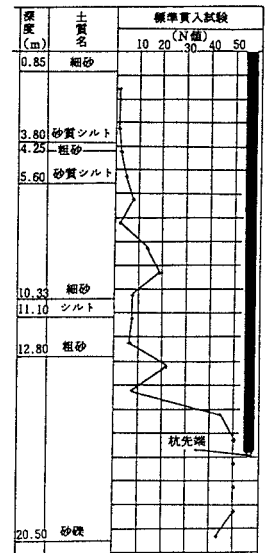


図3. 地質柱状図

3. 先端強化型場所打ち杭の評価

各リングの荷重と沈下の関係を図4に示す。処女載荷時ではほとんどが50mm前後となり、N値50以上の砂礫層でも場所打ち杭の先端では沈下が大いことが確認できる。また、再載荷を行ってゆくと沈下量が顕著に減少し10mm前後となっている。処女載荷時に29mm～67mmとばらついていることに比べると絶対沈下量が減少するとともにばらつきが小さくなっていることが分かる。一般に再載荷では沈下量が小さく弾性的な挙動を示しているとも言える。

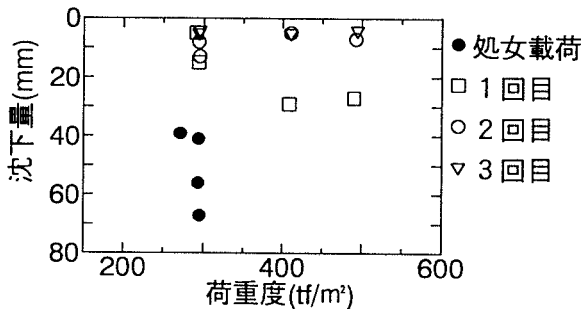


図4. 沈下～荷重度

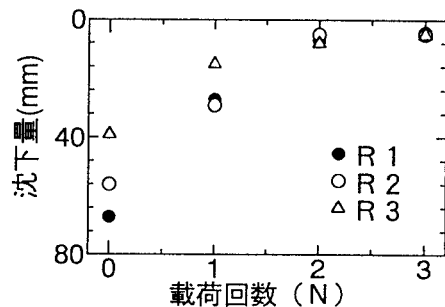


図5. 沈下～載荷回数

図5に、図4の中の1本の杭について、載荷回数による沈下量の変化を示す。処女載荷時には39mmから67mmの間にばらついているが、再載荷の回数が増えて行くにつれてばらつきも少なくなり沈下量も減少して行き3回目にはほぼ一定値となっている。これより3回目には杭先端部分の地盤が弾性領域に達し、地盤自体もかなり改善されたことが分かる。また、図6には処女載荷と最終再載荷時の沈下量と荷重量の関係を示す。この図からも沈下量の収束性を明確にみることができる。

次に、荷重と沈下の関係をばね定数で評価する。「国鉄建造物設計標準解説（基礎構造物）」（以下「基礎標準」という）では、杭先端の鉛直方向地盤反力係数 k_v を下記のとおり表し、本工事における計算値を表1に示す。ここで、中リング及び外リングで、リング中心の中空部を無視して算定しているのは、単純にその中空部に杭を想定してその地盤反力を差し引くのでは、その影響評価が過大になると考えたためである。一方、真円に対し、減少している面積分を地盤反力係数から減ずるという方法も考えられる。しかし、後に述べる正規化にあたっては、中空部を無視して算定した方が安全側の評価となると考えて、この計算法を採用している。

$$k_v = 0.2 \alpha E_o D^{-\frac{3}{4}}$$

ここに k_v ：杭先端の鉛直方向地盤反力係数(kgf/cm³)

α ：補正係数（一時・地震時 $\alpha = 2$ ）

E_o ：地盤の変形係数(kgf/cm²)
 $E_o = 25 N$ N は杭先端のN値

D ：杭径(cm)

さらに下式より実測結果の地盤反力係数を求める。

$$k_{v1} = p / s$$

ここに k_{v1} ：杭先端の鉛直方向地盤反力係数(kgf/cm³)

p ：荷重量(kgf/cm²)

s ：貫入量(cm)

上記 k_{v1} を計算値 k_v で除し正規化した結果を図7に示す。ここでは、正規化した結果をばね定数比と称している。処女載荷の値は基準値の概ね0.1倍から0.6倍程度となっている。各リング再載荷時のばね定数比は回数を重ねると上昇してゆき、再載荷3回目には基準値の3倍から6倍程度の値となっている。よって従来杭の3倍以上に地盤反力が改善されている。分割リングの貫入によるばね定数のため、単純な評価はできないが、基礎標準の想定したばね定数以上に改善されていると考えられる。

4. おわりに

本工事における先端強化型場所打ち杭の施工データより、杭先端の鉛直方向地盤反力は改善され、そのばらつきは小さなものとなった。現行の設計基準においては施工上のばらつきが支持力算定式に含まれる形となっているので、今回のような良好な施工を行っても設計上反映されることにはならず、経済的なメリットも見込めない。今後は、設計上にこれらの評価を取り込んで行くことが望まれる。

参考文献

- 1) 吉野伸一他：先端強化型場所打ち杭の先端バネ定数、第47回土木学会年次学術講演会(1993.9)

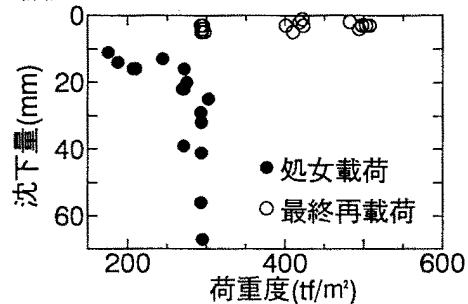


図6. 沈下～荷重量
 (処女載荷と最終再載荷)

表1 各リングの地盤反力係数

リング名	第1	第2	第3
直径(cm)	40	60	80
内径(cm)	0	40	60
地盤反力係数(kgf/cm³)	31.4	23.2	18.7

($N = 50$ として算出)

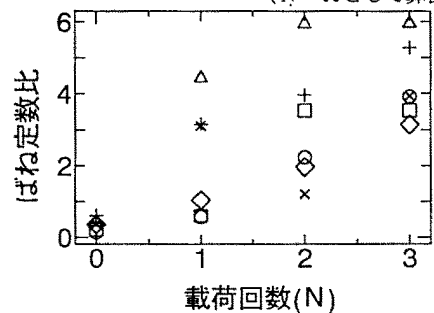


図7. ばね定数比～載荷回数