

ナイル・ジンジャ高架橋建設工事(その1)に伴う杭の品質管理

場所打ち杭 ソニックロギング試験
インティグリティ試験

○地盤試験所 正会員 高野 公作 地盤試験所 国際会員 山下 久男
Uganda National Roads Authority (UNRA) Lawrence Pario
Professor Jackson A. Mwakali
オリエンタルコンサルタンツグローバル Kasule Robert

1.はじめに

ウガンダ共和国のナイル・ジンジャ高架橋建設工事では斜張橋の建設が進められている。この橋脚基礎にはオールケーシング工法の場所打ち杭($\sigma_{ck}=30N/mm^2$)が採用された。この基礎形式はウガンダ共和国において初めて採用されたため杭の品質管理と支持力確認を実施して工事を進めることになった。本論文は、その内の P2 橋脚で実施した品質管理について発表する。なお、杭の支持力については文献^{1) 2)}で発表する。

2.工事概要と杭の品質管理

2.1 工事概要

ナイル川はビクトリアを源流とし南スーダン、エジプトを經由して地中海に注いでいる。ナイル・ジンジャ高架橋は、図 1 に示すように、ビクトリア湖から約 2km 下流の標高 1140m 地点に図 2 のような斜張橋を建設するものである。

この基礎の P1・P2 橋脚には $\phi 2000 \times 19.4m$, A1 橋台には $\phi 1500 \times 23.0m$ の場所打ち杭が計画された。P2 橋脚の土質条件と杭の根入れ状態を図 3 に、杭伏図を図 4 に示す。

地盤の中間層は、N 値 > 50 の HWR(強風化岩)で、SR(サンド・ロック)の支持層は一軸圧縮強度 $qu = 75Mpa \sim 220Mpa$ と非常に固い角閃岩(amphibolite)である。

基礎杭の施工は、このように非常に硬い支持層に 1D (D:杭径) 根入れする計画で進められた。

施工は、全回転式オールケーシング掘削機で行い、掘削完了後のスライム処理は 3 インチの泥水ポンプを使用してスライムを吸い上げた。

品質管理は、杭先端と支持層との境界のスライムの有無を確認するためのコアボーリングを 3 本、築造された場所打ち杭の品質を確認するためソニックロギング試験とインティグリティ試験を全数の 21 本の本杭で実施した。

2.2 杭の品質管理方法

1) ソニックロギング試験³⁾: Sonic Logging Method (SLM)

SLM は日本では馴染みの無い試験方法であるが、海外では場所打ち杭の施工管理に広く用いられている。SLM は 2 つの検査孔を用いて、それぞれの検査孔に発信器と受信器を挿入し発信器から超音波を発信して受信器で受信させる試験である。超音波の伝播速度とエネルギー減衰より伝播速度が遅く減衰が大きいくほど品質の悪いコンクリートと言う判定が下される。判断基準を表 1 に示す。

検査孔は、各杭に 6 本 ($\phi 50$ が 4 本、 $\phi 100$ が 2 本) 設置し先端はメクラ蓋を取り付けた。検査孔は、鉄筋カゴにパイプを杭先端から上方 500mm の位置まで事前に取り付けておいた。なお、 $\phi 100$ はコアボーリングのケーシングも兼ねた。



図1 試験位置案内図

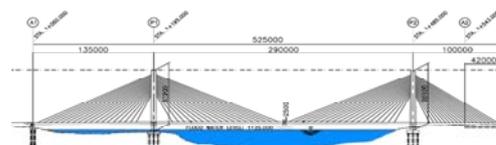


図2 斜張橋の概観図

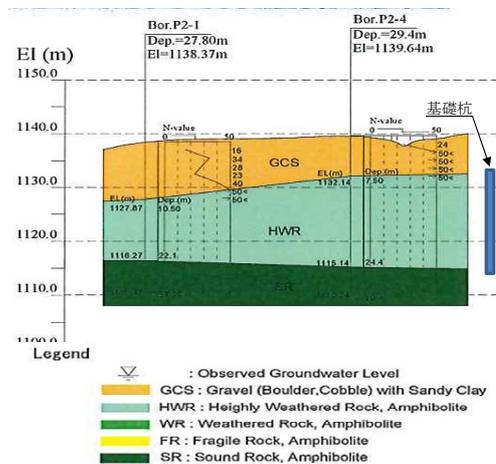


図3 土質想定断面図(Bor P2-1ーBor P2-4)

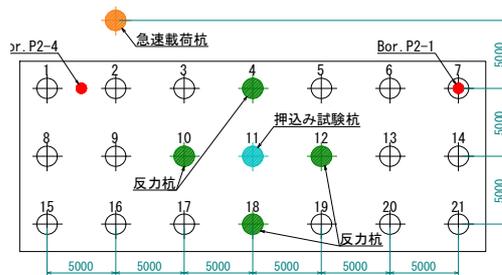


図4 P2橋脚杭配置図

2) インテグリティ試験⁴⁾ : (IT)

IT 試験は杭頭をハンドハンマーで打撃して発生させた応力波が、杭体を一往復する間に生じる不連続面や支持層との境界からの反射を計測する。この反射波を加速度計で測定し測定波形から杭の健全性を判断する試験である。

3) 杭先端のコアボーリング

コアボーリング (φ86 シングルコアチューブ) はケーシング下端 (杭先端+500mm) から下方に 1m (コンクリート部 0.5m+岩盤 0.5m) 区間を実施して、コンクリートと岩盤の境にスライムが介在しているか否かの有無を目視で観察した。

3.試験結果

各試験を実施した代表杭として No16 杭の調査結果を以下に示す。

表1 杭の健全性の評価基準

Good/Satisfactory(G)	FAT increase to 10% and Energy Reduction < 6 db
Questionable(Q)	FAT increase 11 to 20% and Energy Reduction < 9 db
Poor/Flaw (P/F)	FAT increase 21 to 30% or Energy Reduction of 9 to 12 db
Poor/Defect(P/D)	FAT increase ≥ 31% or Energy Reduction ≥ 12 db

It is evaluated by first arrival time and energy reduction

3.1 SLM

伝播速度とエネルギーの減衰状況を図 5 に示す。

波の到達時間(FAT)は 1.7ms~1.9ms とほぼ一定の時間で到達しておりバラツキは 10%の範囲を示している。

またエネルギーも杭頭から杭先端までほぼ直線で減衰は 6db 以下で、全ての杭が表 1 の判定基準の(G)評価であった。

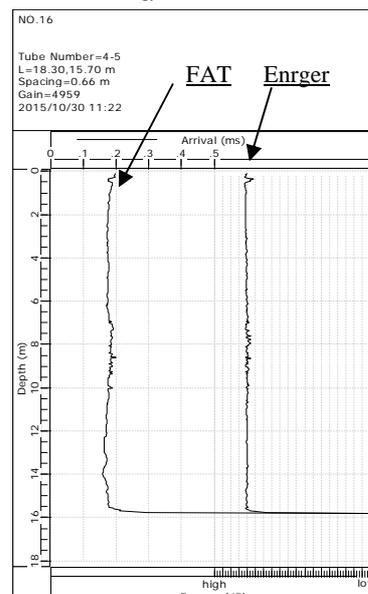


図5 SLMの波形

3.2 IT

IT の結果を図 6 に示す。この図が示すように杭頭で入力されたエネルギーは杭先端から明確な反射波として示されている。P2 橋脚の全ての杭で同様の結果であり、杭中間等からの欠陥を示す反射波は確認されておらず、杭が健全に施工された事を確認した。

3.3 コアボーリング

3.4

図 4 の No6, No16, No21 杭の 3 ヶ所で実施したコアボーリングを代表して No16 杭の結果を写真 1 に示す。この写真が示すように杭と地盤との間にスライムは全く存在していない事を確認した。このことで、杭施工時のスライム処理方法が適切であったことが検証され品質の良い杭が築造されていることが確認できた。

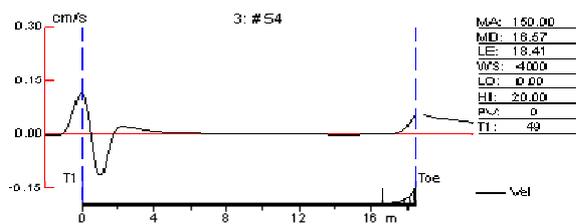


図6 ITの波形

4 おわりに

ウガンダ共和国においてオールケーシング工法の場合打ち杭が初めて採用された。各種試験を通じて品質の高い杭が築造された事を確認できた。今後、他のアフリカ地域において同様な工法の採用の際は品質管理の参考になれば幸いである。

最後に本試験のご指導とご協力を頂いた Eng. Lawrence Pario (Uganda National Roads Authority) 氏を始め、関係各位に感謝の意を表します。



写真1 コアボーリング

【参考文献】

- 1) ナイル・ジンジャ高架橋建設工事(その2)に伴う杭の急速載荷試験, 第51回地盤工学研究発表会(投稿中)
- 2) ナイル・ジンジャ高架橋建設工事(その3)に伴う杭の押し込み載荷試験, 第51回地盤工学研究発表会(投稿中)
- 3) Handbook of Concrete Engineering: Asakurabooks, p.525, 1981
- 4) 建設省土木研究所共同研究報告第236号, 橋梁基礎構造の形状および損傷調査マニュアル(案), 平成11年12月