

変状した橋台杭基礎の健全性

日本道路公団 正会員 ○松田 哲夫
 日本道路公団 吉川 洋一
 日本道路公団 畦地 吾一
 (株)クエストエンジニア 北川 勝明
 (株)建設技術研究所 正会員 原 隆史

1. はじめに

建設時点より供用後に至るまで沈下が継続している橋台について、変状原因と杭基礎の健全性を検討するとともに、橋台挙動の将来予測を実施した。ただし、変状原因と現状での杭基礎の健全性については、直接的な確認が困難なことから、建設当初から現在までの計測挙動を解析で再現することにより、現在の橋台杭基礎の健全性について検討を行った。また、橋台の将来的な挙動及び杭基礎の状態については、逆解析モデルにより今後の挙動を推定した。

本文は、変状原因と現状での杭基礎の健全性について検討し、橋台挙動の将来予測の解析を行った結果について報告する。

2. 橋台と周辺地盤の概要

図-1 に対象橋台と周辺地盤の概要を示す。当該橋台は、場所打ち杭($\phi=1.5\text{m}$, $L=25\text{m}$, $n=28$ 本)で支持される軟弱地盤上の箱式橋台であり、杭頭部周辺の側方流動の影響を防止するため橋台背面に DJM が施工されている。支持層は、DL-30m 程度までの当初ボーリング結果に基づき、DL-20m 以深に厚く堆積する砂質土層(AIs, $N>50$)を選定して設計された。しかしながら、図-3の実測データに示すとおり、建設時点より供用後に至るまで橋台の沈下が継続したため、橋台の前背面にて DL-50m と DL-85m 程度までのボーリング調査を実施した結果、支持層とした AIs 層の下部に沖積粘性土層(AIc)の存在が確認された。当該地盤における粘性土層の圧縮特性の試験結果を表-1 と表-2 に示すが、盛土後において AIc 層は正規圧密状態にあるものと推定された。また、試験値はばらついているものの、平均的な値を表示している。なお、盛土後の有効載荷重は、盛土が 2 次元的に連続するものとして盛土荷重を足し合わせて表示しているため、実際にはこれよりも小さく先行圧密応力と同程度のものと想定される。

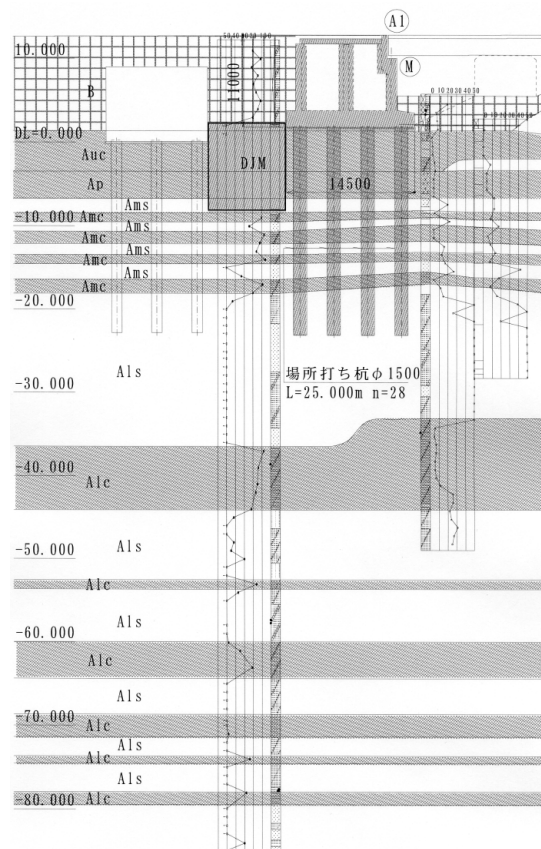


図-1 橋台と周辺地盤の概要

3. 橋台挙動の逆解析と将来予測

杭基礎へのコアボーリング調査により、致命的な損傷がないことは確認されているが、杭基礎の発生応力といった健全性を直接的に確認することは困難なため、建設時点から現在に至るまでの橋台変状の推移を解析で再現することにより、推定することとした。なお解析は、粘性土のモデル化に関口-太田モデルを用いた圧密連成解析(解析コード：DAC SAR)を用いて行った。解析モデルを図-2、将来予測を含めた逆解析の結果を図-3に示す。

キーワード 橋台、軟弱地盤、沈下、FEM 解析、逆解析

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋本町 4-9-11 (株)建設技術研究所 TEL03-3668-0451

表-1 盛土前の試験結果

	$\sigma' c'$ (kN/m ²)	pc (kN/m ²)	e ₀	Cc	ρ (t/m ³)
Auc	26	150	1.5	0.32	1.56
Ap	53	110	3.0	3.94	1.23
Amc	100	150	1.3	0.41	1.66

表-2 盛土後の試験結果

	$\sigma' c'$ (kN/m ²)	pc (kN/m ²)	e ₀	Cc	ρ (t/m ³)
Alc1	(610)	560	1.2	0.44	1.75
Alc2	(790)	670	1.2	0.45	1.70

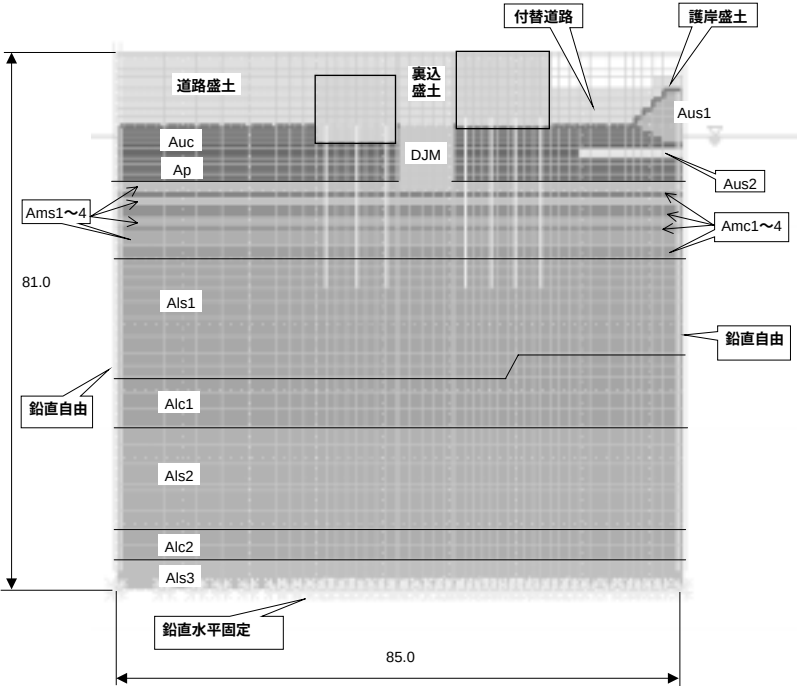


図-2 解析モデル

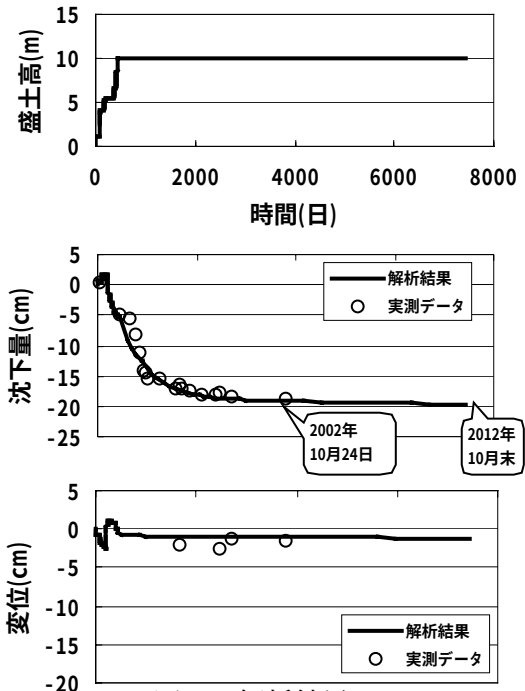


図-3 解析結果

逆解析にあたり、橋台の沈下要因について Alc 層の盛土前の地盤物性値をパラメトリックに変化させながら、実測値の再現性の観点から検討した。その結果、当初支持層と仮定した Als 層の下部に堆積する Alc 層の圧密沈下を想定した場合に再現性が高く、これが主な要因であると考えられた。また、逆解析は橋台の鉛直・水平変位とも実測値をよく再現したため、ここでの杭の状態から健全性を評価しうるものと考えた。ここから推定される現在の杭基礎の軸力と応力は、当初支持層と仮定した Als 層との境界位置において、表-3 に示すように大きな値が発生しているものと考えられた。ここで、当初設計における軸力の許容値とは、ネガティブフリクションを考慮した場合の中立軸位置における許容支持力のため、鉄筋やコンクリートは常時許容値となる。そのため、軸力は当初設計の許容値を満足するものの、当該位置で発生している鉄筋やコンクリートの応力は、常時の許容値を超えているものと推定された。しかしながら、これら最大応力が発生しているのは杭の下端と Als 層の境界位置であり、地震の影響も小さく構造的に問題となり難く、杭の健全性という観点では橋台変状の影響は小さいものと考えられた。

なお、橋台挙動の将来予測としては、逆解析モデルで 10 年後まで予測した図-3 に示すように、変状はほぼ収束しているものと考えられた。

4. まとめ

ここで、変状した橋台の変状原因と杭基礎の健全性について、これを直接的に確認することは困難なため、変状計測の推移を解析で再現することにより評価した。この結果、変状は支持層とした層の下部に堆積する粘性土の圧密沈下と考えられた。しかし、杭基礎は一部で常時の許容値を超えるものの、構造的には問題となり難い位置であり、また、橋台変状も収束していると推定されたため、健全性についても問題はないものと考えられた。

表-3 Als 層との境界位置における杭基礎の軸力と応力

	杭の軸力 (kN)	σs (N/mm ²)	σc (N/mm ²)
解析結果	7065	225	14
当初設計許容値	7260	160	8