

III-146 東京港連絡橋アンカレイジ基礎の変位解析

首都高速道路公団 正会員 池内 武文

首都高速道路公団 正会員 長谷川 和夫

1. まえがき

東京港連絡橋は、東京港を横断して都心と埋立地を結ぶダブルデッキの吊橋であり、上層は首都高速12号線で、下層が東京都の臨港道路等となっている。この吊橋の橋長は約800mで、中央径間は約570mである。この吊橋の基礎は、土丹（洪積世初期の固結シルト）を支持層としており、他の吊橋に比べ、軟らかい支持層となっている。このため、常時大きな水平力が作用しているアンカレイジ基礎は、長期にわたって変位が生じると考えられ、この変位の上部工への影響が問題となる。

ここでは、上部工への影響を明らかにするため行った、アンカレイジ基礎の長期変位解析について報告する。

2. アンカレイジ基礎の概要

解析で取扱ったアンカレイジ基礎は、図-1のように平面寸法が70m×45mのニューマチックケーソンであり、上には巨大なコンクリートのアンカレイジが乗っている。総重量は約45万トン、常時働くメインケーブルの水平張力は約4万トンである。

このアンカレイジは海上に位置し、周辺地盤は海底面から約30mの軟弱な沖積粘性土（ $q_u \approx 2 \text{ kg/cm}^2$ ）と、その下数百メートルにわたって分布する土丹（ $q_u \approx 30 \text{ kg/cm}^2$ ）からなっている。また、沖積粘性土と土丹の間には比較的厚い砂れき層があり、土丹層中には薄い砂層が多数介在している。この地盤の間隙水圧はほぼ静水圧分布しており、土丹は過圧密状態にある。

3. 解析方法

基礎地盤は粘性土であり、変位解析は過剰間隙水圧の逸散に伴って生じる変位を扱うことになる。このため、応力変形解析と浸透流解析を連成させた弾性の有限要素法により長期変位解析をおこなった。

メッシュ図を、図-2に示す。

入力定数は、地質調査の結果から表-1のように設定した。弾性係数は繰返し圧密試験より求め、ポアソン比は三軸圧縮試験より求めた。

透水係数は、圧密試験と揚水試験より求めた。なお、比較的厚い砂層などはモデル化の際考慮したが、薄い砂層は土丹の透水係数を修正することで考慮した。修正は、次式で行った。

$$k_h = \sum (k_i \times d_i / D)$$

$$k_v = D / (\sum d_i / k_i)$$

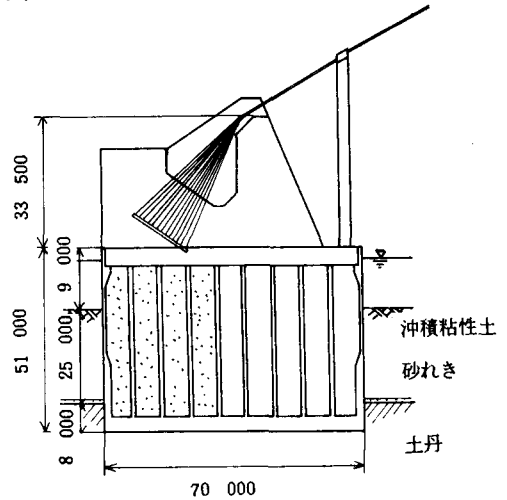


図-1 アンカレイジ基礎概要図

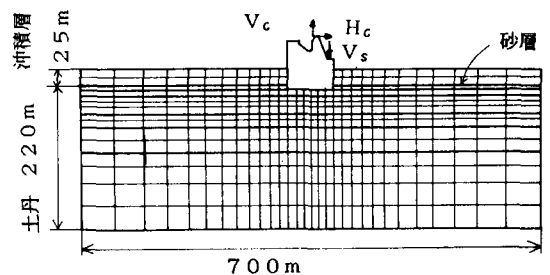


図-2 メッシュ図

	沖積粘性土	砂れき	土丹	土丹中の砂
単位体積重量 (t/m ³)	1.53	2.07	1.92	1.96
弾性係数 (kg/cm ²)	30	30	960~7010	同左
ポアソン比	0.33	0.33	0.12	0.12
透水係数 (cm/s)	k_y	4.7×10^{-7}	2.6×10^{-3}	1.2×10^{-8}
	k_h	〃	〃	1.8×10^{-9}

表-1 入力定数

また、アンカレイジ基礎はニューマチックケーソンとして施工され、その後メインケーブルの架線、補剛桁の架設、橋面の仕上がり行われる。各段階において、荷重が大きく変動することから、施工段階を考慮した解析を行った。荷重の増減は徐々に起こるが、各段階で瞬時に起こると想定した。想定した施工段階は、表-2のとおりである。なお、掘削の段階では有効応力が減少するが、ニューマチックケーソンであるため圧気圧は作用しているとした。

4. 解析結果

各施工段階毎のアンカレイジの変位を比較したものが、図-3である。沈下は、各施工段階毎に進行するが、アンカレイジ建設により大部分が生じ、その後は殆ど変化していない。水平変位は、アンカレイジ建設時後面側に生じ、上部工の建設につれて前面側に変化している。

沈下量と水平移動量の経時変化をみたものが、図-4である。これによると、何れの変位もかなり短期間に一定値に収束する傾向にある。これは、沖積粘性土と土丹の間の砂れき層と土丹中の砂層の透水性が良いため、荷重により生じた過剰間隙水圧が早期に消失したためと考えられる。また、沖積粘性土中には砂層が無いとして解析しているが、長期的な変位の進行が小さいことから、基礎の変位に対して沖積粘性土は余り影響しないと考えられる。

次に、メインケーブルの着点（スプレーサドル点）のアンカレイジ建設後から完成後100年の変位差をみると、表-3のようになる。鉛直変位は約9cm、水平変位は約17cmとなっている。上部工に影響の大きい変位は水平変位であることを考えると無視できない結果といえるが、上部工で検討したところ影響は小さく、基礎の長期変位には十分対処できることがわかった。なお、ここで報告した結果は、二次元解析の結果であること、また入力定数が一次圧密対応であることから、三次元解析や二次圧密について今後検討する必要がある。

5. あとがき

東京港連絡橋では、支持地盤が比較的軟らかいことから、特殊な有限要素法により吊橋アンカレイジ基礎の長期変位予測を行ったところ、十分対処できるものであることがわかった。また、薄い砂層の評価が大きな影響を与えることも明らかとなった。なお、二次圧密等については今後検討して行きたい。

<参考文献>

○「吊橋の設計施工に関する調査研究委員会報告書」昭和62年3月首都高速道路技術センター

解析ステップ	工事段階	載荷方法
ステップ1	掘削	瞬時に掘削、14ヶ月放置
ステップ2	アンカレイジ建設	瞬時に建設、12ヶ月放置
ステップ3	ケーブル架線	瞬時に架線、10ヶ月放置
ステップ4	補剛トラス閉合	瞬時に載荷、5ヶ月放置
ステップ5	完成	完成後100年放置

表-2 施工段階表

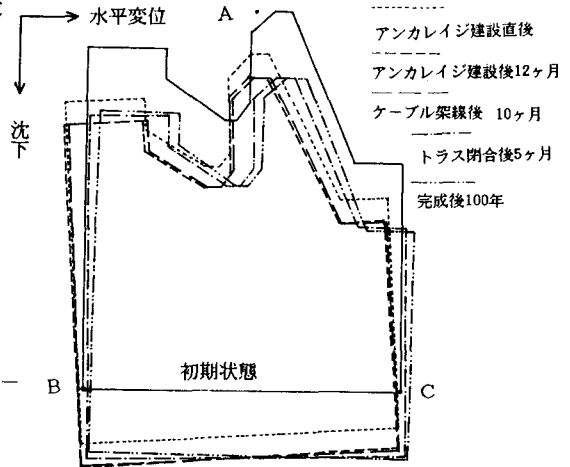


図-3 アンカレイジの変位

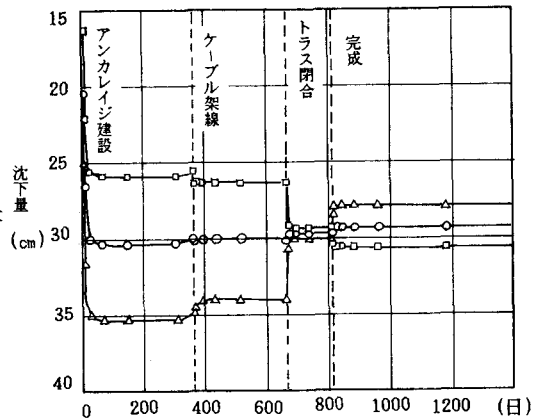


図-4 沈下量の経時変化

	アンカレイジ建設後5日	完成後100年
鉛直変位	20.4 cm	29.3 cm
水平変位	-10.3 cm	6.9 cm

表-3 ケーブル着点の変位