

名古屋港棧橋式岸壁の変位観測について

運輸省第五港湾建設局 正会員 奥田 薫
運輸省第五港湾建設局 正会員 村山 伊知郎

1. はじめに

名古屋港の地盤は全般的に軟弱であり、港湾施設もこれに対応した構造となり、岸壁では棧橋構造が有利である。同港西4区に建設された大型岸壁(-14m)もSCP改良地盤に直杭を打ちこれを本体とし、土留めはケーソンという構造形式としている(図-1)。軟弱地盤上のこういった構造断面では地盤の側方変位による施設の変位がみられることがしばしばあり、西4区岸壁において棧橋上部工の水平変位、施工時の杭の挙動の観測を行った。また、観測結果についてFEMによる地盤変形の再現も試みた。今回は、これらの観測結果及び計算結果について報告する。

2. 岸壁の標準断面

岸壁の標準断面を図-1に示す。杭は径が1400mm、全長50m前後、材質はSKK490で、地盤は軟弱な沖積粘土層を改良するものとし、杭の横抵抗を期待する深さまでは雑石による置換、それ以深はSCP(置換率80%)である。

3. 変位観測結果

側方変位に関する観測は、上部工施工後の上部工前面の岸壁法線直角方向の水平変位量及び施工時(杭打設から上部工打設前まで)の杭の挙動について行った。

(1) 棧橋上部工の水平変位

棧橋上部工の変位は上部工全10スパン(図-2)について観測したが、このうち代表的なデータとしてNo.4スパンの観測結果を図-3に示す。図は岸壁計画法線に対する上部工前面の位置の経時変化及び岸壁背後の埋立関連工事の時期を示したものであるが、背後に大きな荷重が作用した後変位が増加する傾向がある。なお、各スパンでの最大変位は1~8cmであった。

(2) 施工時の杭の挙動

施工時の杭の挙動は、No.3スパンの杭A、D、F(図-1、2参照)に傾斜計を挿入し杭の形状そのものを計測した。観測結果を図-4、観測時の断面施工状況を図-5に示す。図は杭の形状と考えてよいが縦横の縮尺が大きく違うので注意を要する。3本の杭の挙動はそれぞれ違うが、ケーソンに近い杭ほどSCP層で変形が卓越している。また、捨石層付近の変位量は4~8cm程度である。なお、傾斜計に

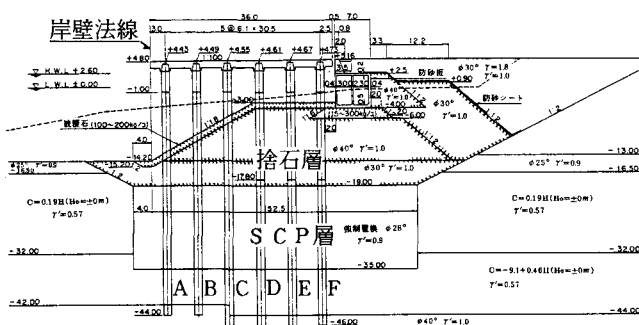


図-1 岸壁標準断面

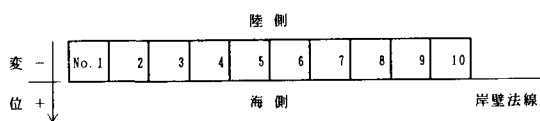


図-2 棧橋上部工スパン割

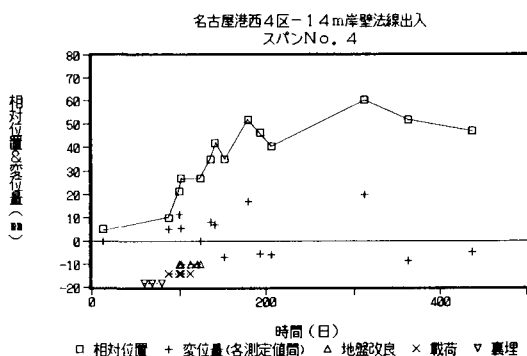


図-3 棧橋上部工の変位 (ex. No.4スパン)

よる杭の形状測定その他、ひずみ計による杭応力の測定も行ったが問題となるような大きな応力の発生はなかった。

4. FEMによる再現計算

側方変位の予測手法としての再現性を確認するため、FEMによる地盤解析を試みた。解析モデルは

- ・ モール・クーロンの弾塑性モデル
- ・ 2次元（杭考慮せず、地盤のみ）
- ・ 入力定数：設計条件（ γ 、 c 、 ϕ ）

諸関係式（E、 ν ）

・ S C P層も含め全層等方等質地盤とした。

施工時の杭の変位（実測値）と同一断面状況でのFEM地盤解析による杭位置の地盤変位を比較したものを図-6に示す。実線が実測値で破線が計算値である。杭Fでは傾向はよく合っているが、杭D、Aになると差が大きくなっている。しかし、計算は杭を考慮していない地盤のみのモデルを使用しており、また杭と地盤の挙動が完全に一致するかどうかという問題が内在していることから、入力定数の操作による再現性の向上は行わなかった。

完成断面での実測値と計算値を比較してみると、実測値は杭打設～上部工打設まで捨石部で最大8cm、上部工打設後に上部工が最大8cmであるから概ね最大16cm変位していることになるのに対し、FEM計算結果では捨石部で19cmとなっている。（図-7にFEM計算による変形図を示す。）数値的にはFEM計算によって概ねの予測はできたこととなるが、計算上以下の問題はあ

- ・ S C P層を等方等質地盤と仮定（実際は粘性土中に鉛直砂杭が入った地盤）
- ・ 地盤の弾性及び塑性のみ考慮（圧密、粘性、クリープを考慮していない）
- ・ 杭を考慮していない

5. まとめ

今回の観測結果からS C P改良地盤上に施工した栈橋構造であっても、岸壁背後に荷重が作用すると側方変位を生じ得ることが分かった。また、簡便なFEMモデルでも概ねの予測は可能である。

6. おわりに

今後は設計に側方変位を考慮する手法について検討していきたいと考えている。

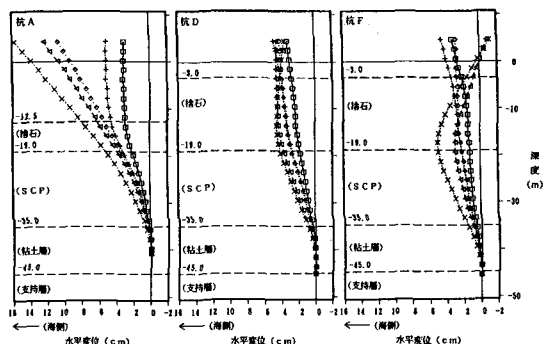


図-4 施工時の杭の挙動

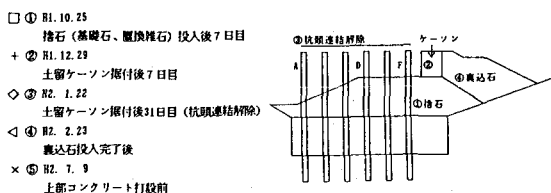


図-5 観測時の断面施工状況

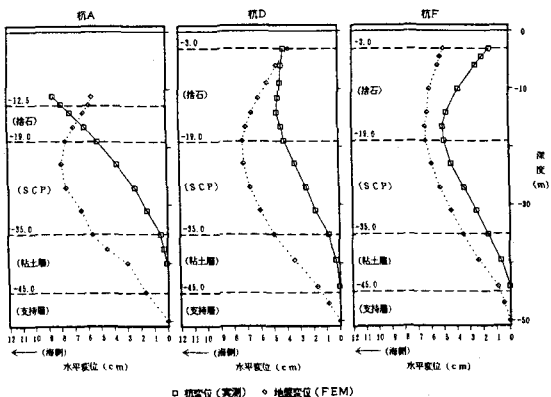


図-6 施工時の杭変位（実測）と地盤変位（FEM）

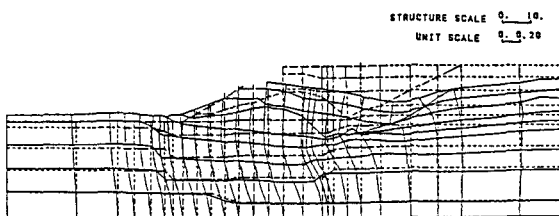


図-7 FEM計算変形図