軟弱地盤に設計した構造物の調査(その1)

神門　誠

1. まえがき

土と基礎に関する設計者として設計した構造物がどのようになっているか関心があるところである。特に軟弱地盤上に設けた構造物が施工後どのような状態になっているか調べておくことは今後の設計を行なう上で非常に重要なことである。しかし、中々その実態を把握していないのが実状である。

社内研修会にあたり、今までに設計した構造物のその後の動態について調査することとし、第1回目として、今回は施工されて約7年を経過している渠道、斐川・一畑・大社線の斐伊川に架橋されている灘橋に取付く高盛土区間に設置されている横断工作物(ボックスカルバート)について沈下状況及び沈下対策をしたところがどういう状況であるか調査し、今後の資料とするものである。

検討地の概略の経緯を示すと、当地は斐伊川河口付近に位置し周知の通り、約40mの深さまで軟弱粘土層が厚く堆積し、今だに自重圧密が終了せず進行中である。当初(昭和49年度)は、盛土のすべり破壊及び圧密沈下の問題から、サンドコンパクションパイル、サンドドレーンなどの地盤改良による対策工法が計画されていたが、その時の社会情勢によって地盤は無処理施工で緩速的段階盛土工法に変更になった。本施工は、昭和52年度まで計測調査を実施しながら進められた。それ以降は計測は中断されたが盛土は逐次施工され、昭和54年度までに路床面まで達し、昭和55年度が施工の最終年度である。横断工作物はこの時に施工されている。

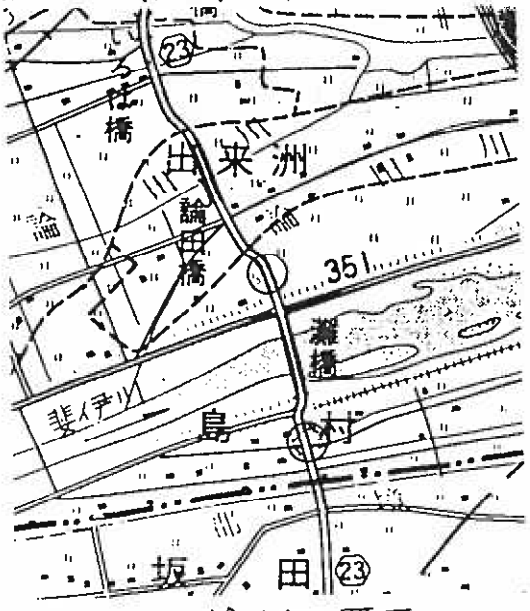


図-1. 検討位置図

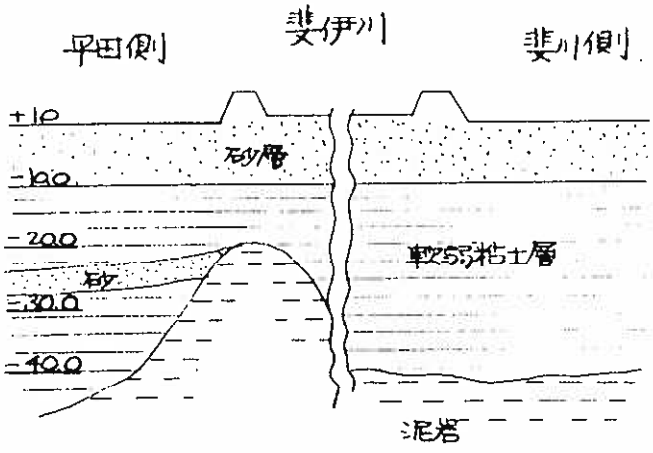


図-2. 模式断面図

2. 設計内容

2-1. 残留沈下量の推定

昭和50年～昭和52年3月までの約1.6年の計測結果によると、沈下の進行状況は、深度別圧密度による計算方法が比較的よく一致したことから、この方法で残留沈下量を推定している。（図-4参照）。

- 沈下量の計算式

$$S = \frac{C_c}{1+e_0} \cdot H \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0}$$

S：沈下量（cm）
P_0：有効土被り荷重（Y・Z）
e_0：P_0に対応する間隙比
C_c：圧縮指数
H：圧密層厚（cm）

- 深さ方向の経過時間と圧密度との関係
（Z）　（T）　（U）

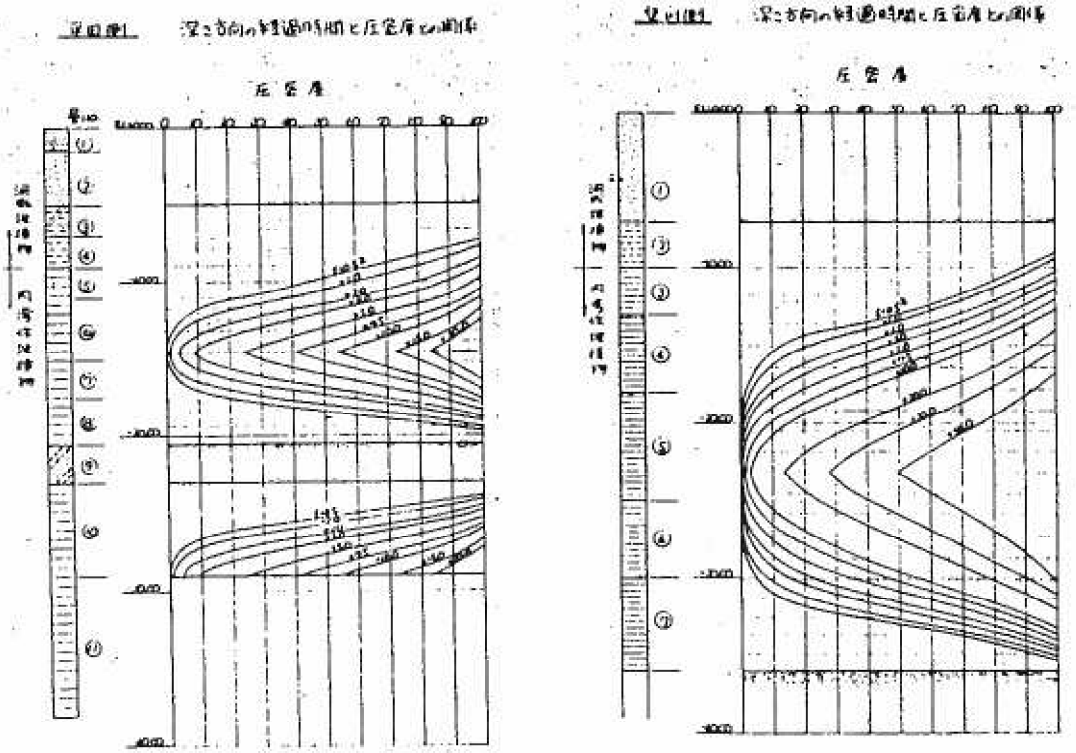


図-3　Z-T-Uの関係図

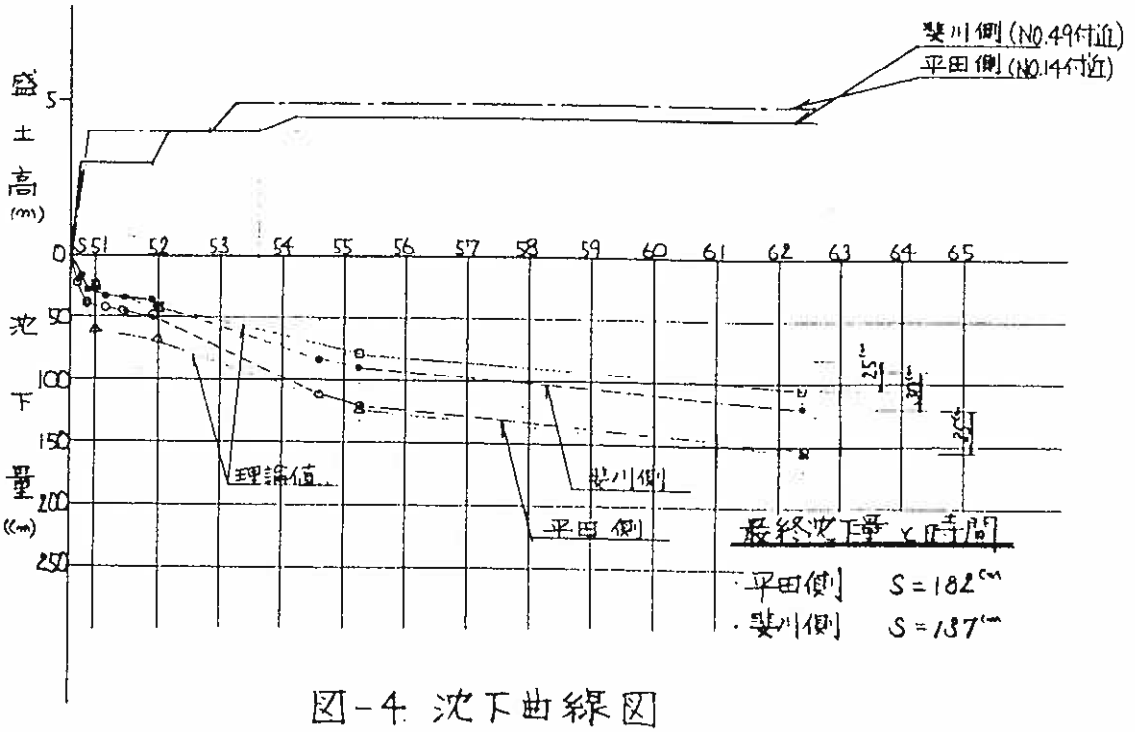


図-4 沈下曲線図

各構造物位置での理論沈下量と、昭和55年度検討時の圧密度及び残留沈下量は下表の通りである。

表-1 昭和55年度検討時の圧密度及び残留沈下量

位置	中央			端部		
〃	最終沈下量	圧密度	残留沈下量	最終沈下量	圧密度	残留沈下量
NO 9	132 cm	75 %	35 cm	85 cm	73 %	23 cm
51	125 〃	51 〃	61 〃	88 〃	49 〃	45 〃
54	90 〃	55 〃	41 〃	60 〃	51 〃	29 〃

2-2、横断構造物(ボックス)の沈下対策

ボックスの基礎形式としては、支持杭基礎とした場合、支持層がEL-40m付近にあり深いこと、ボックスと盛土部の間の沈下差が大きくなり路面に不陸が生ずること及び、ネガティブフリクションが考えられる等の問題があり、直接基礎とした。

直接基礎とした場合の問題は、沈下にある程度追従する構造にしてあいても本体が破損したりジョイントが大きく開口することである。また水路ボックスであるため、沈下に伴ない水路の機能が得られない状態になることである。

したがって、次のような沈下対策工法を施こした。

① 断面形状

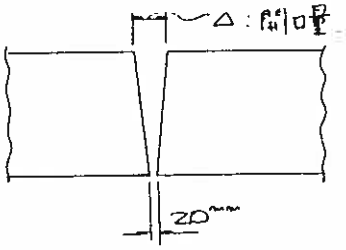
NO.9, NO.51 のボックスは、排水路としての機能を有しているため高さの決定は、沈下量の相当分だけ大きくし、沈下が終了した時点において正規の断面が確保される方法を採用し、次のように設定した。

設計高 = H.W.L時の水深 + 余裕高(0.60m) + 残留沈下量

NO.54 のボックスは、用水路と人道を兼ねていることから、沈下に伴って人道側へ水が流入し水溜りが生じ通行不能となることや人道としての建築限界を計画することが困難、逐次補修ができないことなどから、将来容易に継ぎ足しができるように床版構造とした。

② ジョイントの処置

沈下に伴なって底版部が開口するが、その開口量分を設置時にあらかじめ頂版部に与えておけば頂版部に作用する応力による破損が低減されるため、この方法をとる。



NO.9 他：Δ = 10mm
NO.51 〃：Δ = 5mm
NO.54 〃：Δ = 10mm

段落ちを防止するため、枕を設ける。

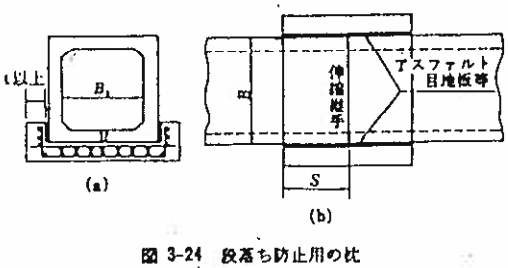


図 3-24 段落ち防止用の枕

図-5

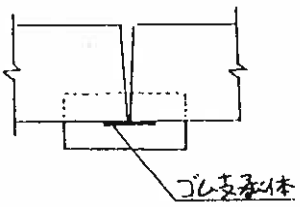
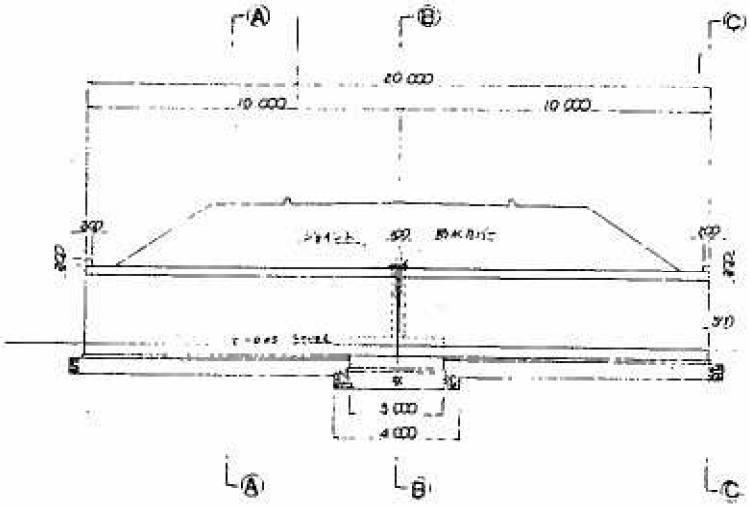
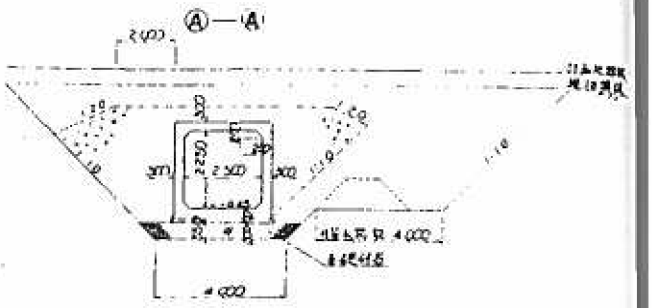


図-6

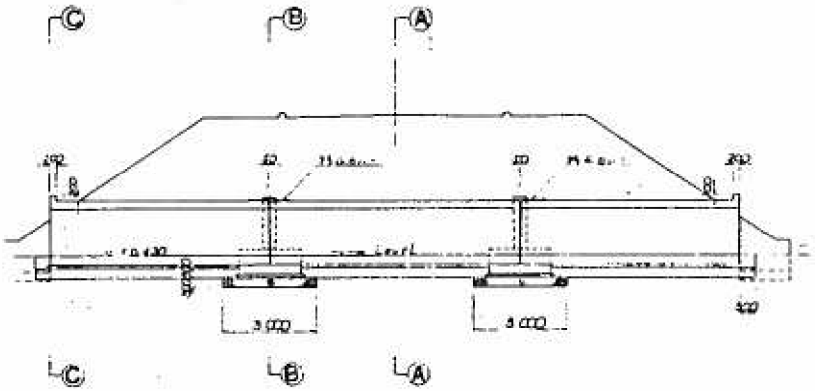
NO.9付近

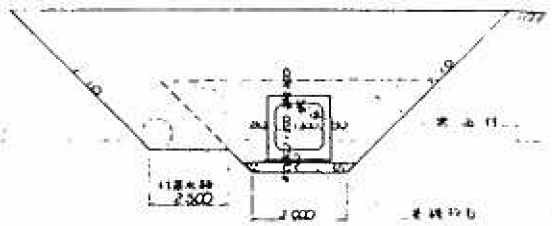




(a)

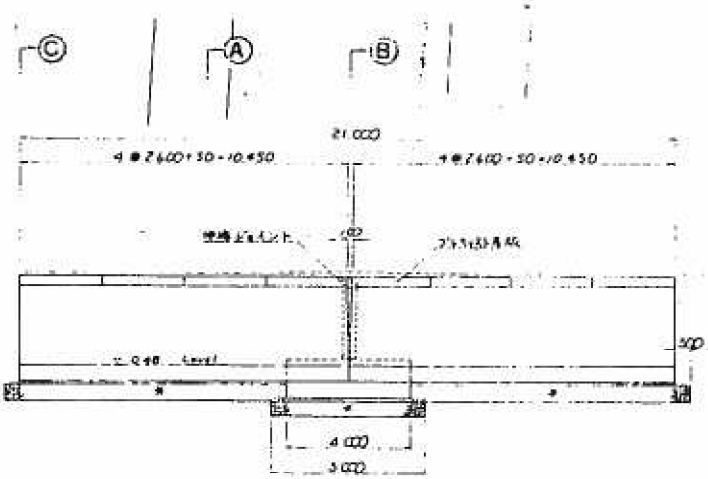
NO.51付近

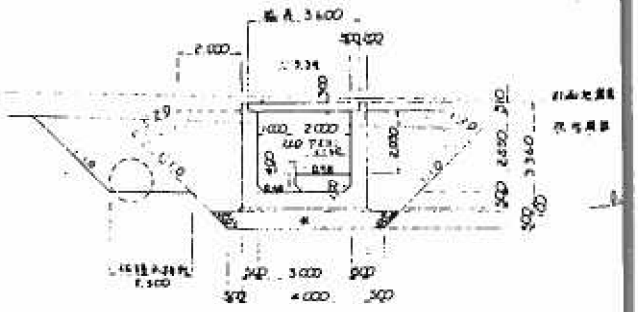




(b)

NO.54付近





(c)

図-7　各ボックスの一般図

また枕には、開口するときに極度の応力を受けるため本体との接合部には、ゴム支承材料を用いる。

次に側壁部、頂版部の処理は盛土材の流出を防ぐため防護板(RC板)を設ける。

No.54付近ボックスについては、用水路と人道を兼ねた工作物であり止水構造としては、下図のような処置を講じた。

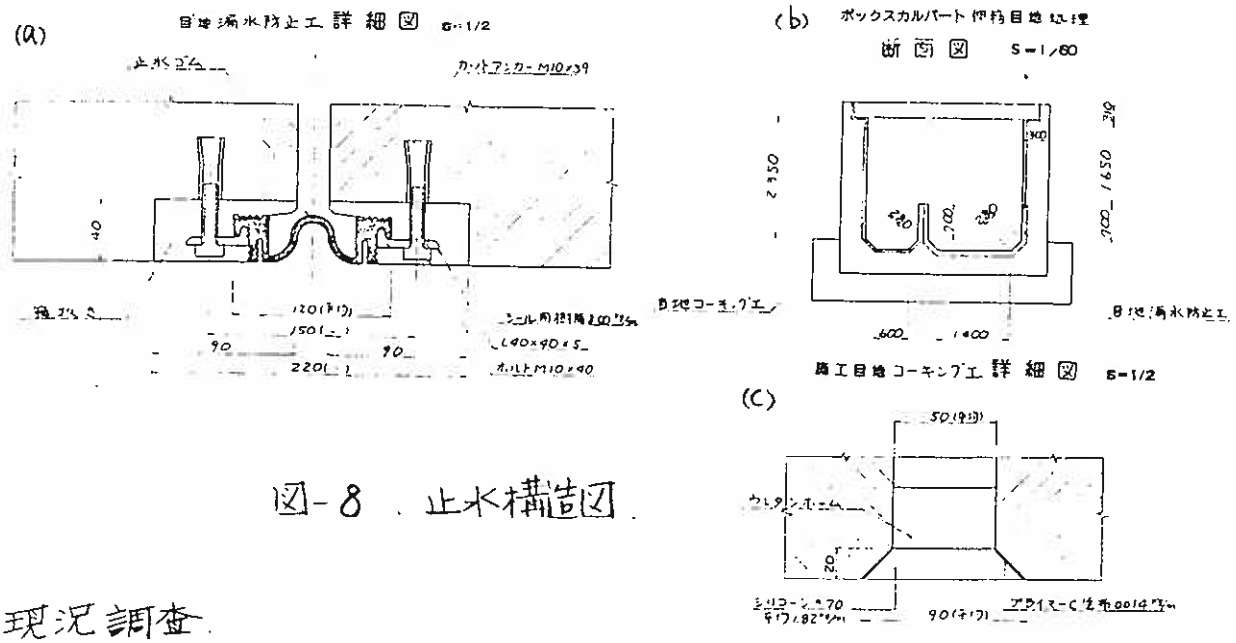


図-8 止水構造図

3. 現況調査

構造物が設置されてから7年を経過する。レベル測量と観察結果から沈下状況について考察する。

沈下状況の経時変化は図-4に示す通りで、概ね理論値に近似して進行しているようである。

ボックス位置での沈下量は下表の通り。

表-2 沈下量と残留沈下量

位置	中央			端部		
	理論値	実測値	残留沈量	理論値	実測値	残留沈量
No.9	122 cm	132 cm	10 cm (0)	78 cm	97 cm	7 cm (−)
No.51	82 〃	101	43 cm (24)	57 〃	67 〃	31 cm (21) cm
No.54	63 〃	74	27 cm (16)	41 〃	54 〃	19 cm (6 cm)

※( )は実測値の差

沈下量について

◦理論値と実測値とにはNo.51を除けば10㎝程度の差が見られて実測値が

多い。中央部と端部では沈下差がほとんどなく水平沈下を呈している。

- NO.9, NO.54の沈下状況は類似した傾向を示す。これに対しNO.51は、ボックス延長（2スパン→3スパン）や断面剛性（大きい→小さい）及び盛土荷重が大きいなどの影響で異なった傾向を呈している。

変状々況について

- NO.9付近ボックス

  ボックスの縦断方向にはほぼ水平沈下で変状が見られない。但し下流側の吐口部において左岸側ウイングにクラックが生じている。

- NO.51付近ボックス

  端部において簡易勾配定規で測定したところ1°の傾きを呈している。ジョイント部の観察はできなかったがエラスタイトの腹出しが異常であることからすると、かなり頂版部に応力が発生していると考えられる。傾きから推定すると、開口量は、残り1.5㎜程度が考えられる。

- NO.54付近ボックス

  用水路と人道との間に止水壁を設けているが、25㎝の嵩上げがされているがほぼ水平沈下でジョイント部でも変状が見られない。

4. あとがき

今回の調査は1回のレベル測量と観察のみって貧弱な調査である。しかし心配していたジョイント部の変状が予測した沈下量より大きいにもかかわらずその差はわずかであった。特に断面剛性の高いボックスはほぼ水平沈下を生じていることがわかった。沈下量の違いは早く進行しているか沈下量予測に問題がある等今回の調査では把握できないが今後数年間計測を行ないその動態を把握し、当工法が適切であったか判断したい。

―参考資料―

道路土工　擁壁・カルバート・仮設構造物工指針
〃　軟弱地盤対策工指針
布奇荘原線灌橋々梁整備工事設計委託報告書