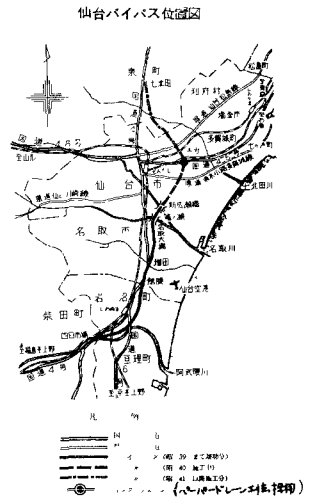


# 『ペーパードレーン工法』について

東北地建協会工事の報告 鈴木幹雄

1. はじめに ペーパードレーン工法は1957年スエーデンで開発された軟弱地盤処理工法で、原理はサンドドレーン工法と同様、脱水によって急速に圧密を起させようとするものである。本工法はサンドドレーン工法の開発に遅れること僅か1年に過ぎないものから、施工例は極めて少なく、1962年に初めて大林組の齊藤三郎氏によって紹介されている。僅かに敷地造成工事等に利用されている程度で、道路は日本道路公団によって厚木付近で試験的に施工されたのみで本工法として施工されたのは、この仙名バイパス苦竹道路工事の例が初めてではないかと思う。

2. 工事の概要 本工法を採用した苦竹道路工事は仙名バイパスの昭和40年度施工工事の一部である。仙名バイパスは一般国道4号仙台城半仙名市及び岩沼市の市街地を一帯に迂迴すべく、又市街地から巨り延長約4kmに及び東北最大のバイパスである。仙名バイパスは昭和34年度に着工、昭和39年度迄にそのほぼ半分の18.8kmを竣工し、昭和40年度は花巻川にかゝる新衣渡橋(近く千代大橋と銘名)より苦竹インターチェンジ(国道45号新交差部)まで約6kmの間の、新衣渡橋の架設を含む改善工事を完成して、4月1日に既開通部分を合せて単回車四車線より仙名市苦竹間2.5kmを交通開放すべく鋭意施工中である。物受構造は工区毎の特色を生かし、最小14.5m、最大41.6mの中央部部帯を設けた三層連向車道である。



3. 土質 仙名バイパスは、仙名平野の低い中央部南北に縦走しその大部分は田地となっている。田地の表土は薄く粘土質ロームで覆われ、その下部は全所に亘り概ね砂質ローム、細砂層が介在し、その下は中砂、粗砂、砂礫層となっているが、45号線との交差部苦竹インターチェンジ付近を中心南北各々1.2km計2.4kmの間は泥炭層(ピート層)及び粘土層の軟弱層が形成している。このうち苦竹インターチェンジ付近が最も深く、表土0.5mの粘土質ローム層に約3mの泥炭層、0.5~1.0mの砂層、約4mの粘土層と計9m位の軟弱層があり、南北に進むに従って軟弱層の深さは漸減している。尚その下は砂礫の安定した支持層となっている。

土質柱状図

土質	N値	単位重量	含水量	孔隙比	液性指数	内圧	圧縮
1	2	3	4	5	6	7	8
1 表土	0.9	400	5.0	0.1	0.05		2
2 粘土質ローム	~12	~600	~9.0	~0.3	~0.15	2'	~3.0
3 中砂	12	30	15	—	0.05	7'	0.3
4 粗砂	~15	~100	~3.0	—	—	—	—
5 粘土質ローム	12	40	2.5	0.15	0.05		0.6
6 泥炭層	~17	~150	~4.0	~0.4	~0.2	4'	~1.4
7 砂層							
8 粘土層							
9 砂礫層							

泥炭層は極細砂層といわれる沼沢性堆積層で、黒色又は黒褐色を呈し、植物の茎や根が腐ってを占め、分解度の低い単炭性の土性である。土層間には判る様に高含水、高圧縮性の軟弱な土質である。

中間砂層は植物の巻根が通つてこい青灰色ガラス状質のルーズな軟粒砂で0.5~1.0mの厚でN値は2~9である。

下部の粘土層も僅かに植物の巻根を混えた軟粘な粘土で、粒直試験からは粘土、シルト又は粘土ロームに分類される。

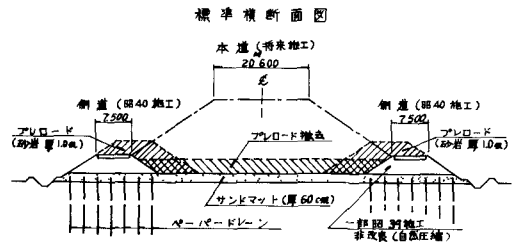
軟粘層の下位には青灰色又は赤褐色を呈した、やや粘土分の混つた砂礫層が約2N値40以上で貫入している。

4. 試験盛土 若狭インターチェンジ付近は国道45号線と主幹走線との関係で8m位の高盛土となり、しかも軟粘層の最も深い所である。昭和39年度及び昭和40年度は併用にある様に両側の側道のみを施工し、ステータ的に45号線と平行な差がある様に計画してある。この側道は昭和39年度に引続き昭和40年度には7.0mロード荷上及び撤去を含めた盛土と軟粘層を越えて舗装を完了し今年末に交通開放する予定となっているものである。

上記の様な土質条件から設計条件に於いて試験盛土を行ない、軟粘地盤処理工法として何れの工法を採用するか、段階的に行なう路上層及び次期盛土材の決定をどうするか、又将来施工の高盛土に対する柳之盛土として側道の便利をどう評価するか等の事項を研明する目的を併せ持つた試験盛土を実施したものである。

軟粘地盤処理工法として、サンドマットのみを敷いて自然圧密にまかせず非改良法、サンドトレーン工法及びペーパーボードトレーン工法の3種類について圧密沈下量、沈下時間と比較検討を行なった。3種類とも各々試験盛土規模としては1.4m x 9m x 1.8mで、サンドトレーン工法は、 $\phi=40^{cm}$ 径と8mを正三角形一辺2mの頂点にパイプ位置を決め、ペーパーボードトレーン工法は既述実験値により、一辺1.25mの正三角形頂点に10cm、厚さ3.5mm、径と9mのペーパーを張定した。尚、沈下板、間隙水圧計、土圧計、側方移動観測杭等を各々併用して配設し、資料蒐集に万全を期した。

圧密沈下が概々完了したと思われ、時期に、ボーリングにより沈下量のチェック及び試料の土質試験と実施し右表にまとめられた。更に盛土高-沈下量-沈下時間との関係を次に表図に示す。これから次の様な考察がなされる。



5. 試験盛土に対する考察 沈下量及び

沈下時間は全般に当初予定した計算値に概ね一致しており、泥炭層においては粘土層の沈下よりかなり早くなっている。トレーン工法は何れも非改良に比して相当時間圧密が早く、ペーパーボードトレーンはサンドトレーンに較べて差が圧密時間がある。

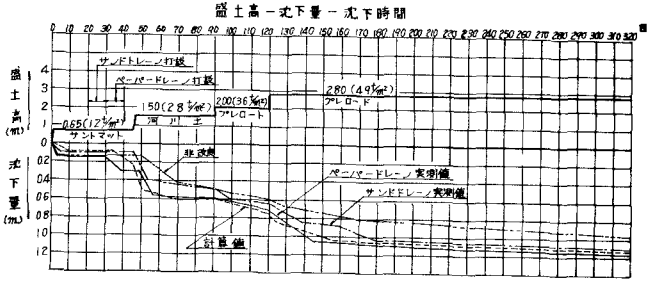
一軸圧縮強度について、泥炭層と粘土層に分けて見たると、ペーパー、サンド何れも増加しアロロード載

土質試験結果表

層別	試験項目	盛土前	盛土後(H=1.5m)		アロロード 撤去後 H=+1.0m
			サンド トレーン	ペーパー ボード トレーン	
泥炭層	含水量	400~600	240	200	132
	密度	0.9~1.0	1.13	1.19	1.20
	間隙比	9.0	6.0	5.0	5.0
	一軸圧縮強度	0.10	0.3	0.31	0.34
粘土層	含水量	100	72	60	68
	密度	1.3	1.52	1.61	1.60
	間隙比	3.80	2.02	2.30	2.68
	一軸圧縮強度	0.30	0.40	0.45	0.43

荷により更に大きく累積している。しかし資料不足なので定量的には未確定である。

含水量の急激な変化は泥炭層で甚だしく変化し、含水量は各層に減り、急激な変化は10~20%の増加を見た。



試験盛土施工中又施工後において側方移動(隆起)の現象は全く起らなかった。

上記の様な事象から次の様な事が考えられる。

(1) パーボードレーンの採用について 非改良法によつて沈下時間に長日が必要し昭和40年中の舗装は施工不可能となるので、改良法を採ることにしたが、改良法として、サンドドレーン、パーボードレーンの何れかを採用するか問題となる。試験盛土の結果、パーボードレーンはその効果がサンドドレーンより優れていることが判つた。更にサントドレーンの互打料の入手、施工日数、経済性を比較して、パーボードレーン法を採用することに決めたのである。

(2) 抑え盛土の効果について 側道と抑え盛土とを併せかける目的で、計画盛土高に70%ロードを載せたが、これにより軸圧縮強度は著しく増加している。この様な増加から考えると、段階式盛土によつて施工管理に気をつけて行けば本道盛土も決して不可決ではないと思われる。しかし非改良法では圧縮に時間がかかり過ぎるので、改良法によつて圧縮を促進し且軸圧縮強度の増加を測定しながら丁寧な盛土施工をあることが必要であると考えられる。

6. パーボードレーン工法 前章までに述べた試験盛土の結果、甚竹道改良工事において昭和49年度施工の非改良の盛土に引き続き昭和40年度は軟弱地盤処理工としてパーボードレーン工法を採用し盛土及びフレロードを施工することとした。

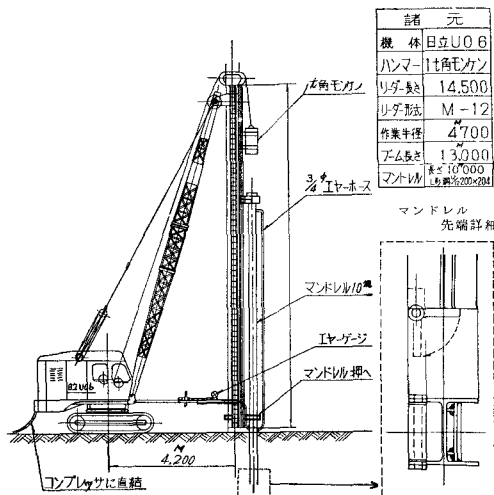
本工事は、サントマット、パーボード打込、盛土、フレロードの載荷、撤去と作業段階が多く、しかもこの間の体相処理がむづかしいので、工程管理にはPERTによる工程表を作成して精度を期した。

パーボードレーン工法は冒頭に述べた様にサントマットの代りに、幅10cmのカートボードを、あらかじめ敷均したサントマットから打込んで、その上に盛土し盛土の圧縮によりパーボード中の縦溝を通して胞水を促進し、急速な圧表沈下を計るもの、本工事で行なうものゝ次に述べる。

(1) パーボード(カートボード) パーボードは付バクテリア処理として硫酸塩を加え、地中強度及び耐水性を高めるためのメタリン樹脂加工を施した、幅10cm、厚3.5mm、重量0.2%程度のものを縦方向に細い溝10條連なり、水と気体の透過係数 $10^{-5}$ 程度の圧縮促進と少湿とある土質の透水係数より大きく出来ている。

(2) ペーパー打込機 ペーパーは長いもので8m、短いもので4m位のものまで約1万6000本打込んだ。この打込に使用した機械は 初の普通のペーパー橋にマンドレル(ペーパーガイド用のH型鋼)と取付けたものから土巻し 次々に改良を加えて最終的には日立UO6のフローを改良して、打込装置を取付けた「ペーパードレーンフロー型打込機(下図)」を完成するまで様々な形式のものを中心として研果した。この打込機はマンドレルの先端に取付けた蓋をあけてペーパーを巻かし込み、マンドレルをモンケンで打込んで所定の深さに達した時に之を引き上げると、マンドレルの蓋が開いてペーパーが地中に残るといふ単純なものであるが、ペーパーが思う様に地中に残らぬ、この結果に考慮し、蓋の形状と機能について改良を加え、更にマンドレル内に圧縮空気を送り込みながら引揚ること、ペーパーを地中に残すことが出来たものである。洗車は当初機械の不備、労働者の不馴れで1日20本程度が、遂次向上して平均1日70本位になった。

ペーパードレーンフロー打込機



7. ペーパードレーン工法の利点 ペーパー

ドレーン工法をサンドドレーン工法と比較すると、その利点として次の諸点が挙げられる。

- (1) 多量の砂を必要としない。 ペーパードレーン工法の場合には<sup>サトマシ甲乙</sup>切込砂利<sup>乙</sup>可。
- (2) ペーパー打込が簡便である。
- (3) 打込によって軟弱層の地盤を乱さない。 サンドドレーンの場合にはすくとも断面が至40cmの円形断面となるが、ペーパーの場合には20×20<sup>cm</sup>のI型断面で断面積がいちやく、従ってペーパー打込による地盤を乱す程度が小さい。
- (4) 圧入沈下時間が早く沈下量も大きい。 従って従来作業も早く同じで工期の短縮が計れる。
- (5) 経済的で工費の低廉が計れる。 サンドドレーンに比較し、材料も安く(ペーパー1m約50円) 打込の手間も少なく、また打込機も簡単なものでよいので機械燃料が低い。ドレーン1m当りの量もサンドドレーンの1/2位あり、なお同じペーパードレーンで加藤製作所等と同様した大型機械と比較して見ても、打込洗車は右の通り、機械燃料、運搬費等を加算すると70%位の節減となる。

： おわりに 今年度はこの方法以外に、エレクトロ、ペーパードレーン工法、爆撃による地盤改良工法等について試験中であり、後日発表出来ると思う。なおこの試験結果及び本工事の施工にあり、先々本道建設、東北復建、鹿児島建設KKの関係者並びに監督に当たっての報告を口述と並べ、以て長めに報告書に併せて一併の智恵に添補するものである。