



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	豊幌泥炭地の排水路掘削における浮上り等の変形について (第2報)
Author(s)	権平, 昌司; GONDAIRA, Shoji; 山本, 茂 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 3(2), 300-309
Issue Date	1959-06-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11693
Type	departmental bulletin paper
File Information	3(2)_p300-309.pdf



豊幌泥炭地の排水路掘削における浮上り等の 変形について (第2報)

権 平 昌 司*
山 本 茂*
梅 田 安 治*

On Swelling and Deformation in Digging Open Channels at Peat-Bogs, Toyohoro District (II)

By

Shoji GONDAIRA, Shigeru YAMAMOTO
and Yasuharu UMEDA

I. 緒 言

前報において、泥炭地に排水路を掘削するとき、それが著しく変形して、その目的が達しないことを述べ、実験掘削により浮上り等の変形について観測して、その原因、機構について考察し、それらの変形を阻止、遮減せしめる二、三の方策について述べたが、これの一部のものについて実験を行い、その適格なるものを見い出さんとした。すなわち、

- (1) 掘削による捨土を法肩より小段を隔てて掘削水路の両側に行う。
- (2) 本掘削を直接に行わず、事前に狭排水路によつて地下水位の低下をはかり、地盤の沈着をまち、しかる後に掘削し、尚捨土はその掘削水路の影響圏外に搬出する。

この二方法について、それを対比させ、前報と同じ豊幌西3号幹線排水路において昭和32年10月に調査観測を行い、若干の検討を加えたので、その結果を報告する。

II. 調査観測の方法

実験区として豊幌西3号幹線排水路の測点1,772.0 mより、測点1,822.0 mまでの50 mをとり、既設

排水路終点1,710.5 mより測点1,772.0 mまで狭排水路を掘削し、実験区掘削時の排水が完全に行われるようにした。実験区として測点1,772.0 mより測点1,787.0 mまで15 mをE区、測点1,787.0 mより測点1,807.0 mまで20 mをD区、測点1,807.0 mより測点1,822.0 mまで15 mをC区として上巾4.0 m底巾2.0 m法勾配1:0.5切深約2 mの排水路を設定した。尚これらの区間にわたつて既に32年6月23日に上巾約1.6 m底巾0.8 m切深0.7 mの浅い小排水路を掘削してあつたが、これは敷巾狭く、且つ浅いものであつたので、原地盤に大して影響を与えているものとは思われなかつた。

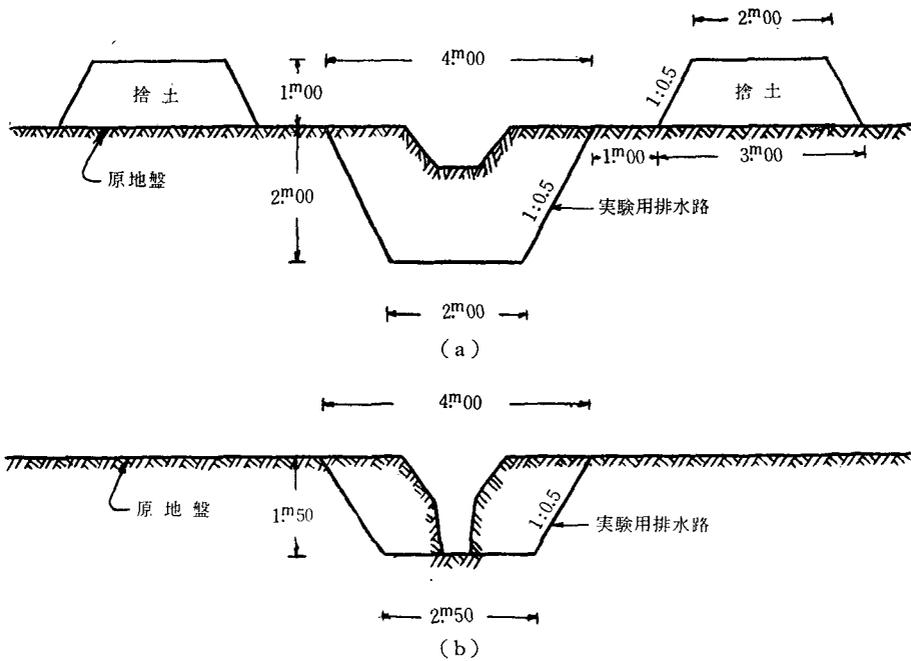
C区は11日7時に掘削を開始し、第1図(a)のごとく捨土は両法肩より、巾1.0 mの小段を隔てて3.0 mの底巾で1:0.5の勾配に盛り14時に完了した。

E区は事前に狭排水路を掘削済のところへ、16日7時より掘削開始し第1図(b)のように捨土は全くその影響圏(横断面)外——測点1,750 mから測点1,770 mまでの間——にリヤカー、一輪車等で搬出しながら掘削し、12時30分に完了した。

D区は18日、掘削を行つたが、浮上り等に関する調査観測を行わなかつた。

観測機具中、ピエゾメータは前年度の複管式のものを改変し、単管としたが、測点の地下水流入部分は特

* 北海道大学農学部農業工学科農士土壌学教室



第1図 横断定規図

殊の考案によつてこれを地中に押し入れる際は外管中に収められ保護されているが、チップが所要深に達すれば押し棒によつて、何等孔周を埋塞することなしに外部に押し出されるように当教室で特別に考案改良製作したものを使用した。これによれば相当深い地点の観測も可能である。残余の器具は殆んど前回と同じ型式のもので一部改装程度にとどまつた。

III. 調査観測の結果

(1) 水路底面の浮上りについて

水路底面の浮上りは、スクリー型浮上り測定棒10本、その他、地表面沈下板等を設置し水路底面及びその下部各深度における変位量を求めた。これらの結果を第1表、第2表及び第2図、第3図、第4図、

第1表 C区浮上り測定棒変動累加量 (単位=m)

日	時	H.L.1	H.L.2	H.L.3	C.H.B	H.O.1	H.O.2	H.O.3	H.O.4	H.R.1	H.R.2	H.R.3
Oct. 11.	8. 50	[7.854]	[6.856]	[5.882]	[8.243]	[7.808]	[6.832]	[5.850]	[5.197]	[7.810]	[6.803]	[5.822]
	8. 30	0.008	0.002	0.000	0.021	0.009	0.005	-0.001	0.000	0.011	0.003	0.000
	11. 00	0.076	0.026	0.002	0.321*	0.153	0.088	0.010	0.000	0.111	0.071	0.002
	14. 00	0.195	0.076	0.022	0.588	0.546	0.247	0.049	0.004	0.286	0.173	0.034
	16. 30	0.215	0.094	0.032	0.644	0.608	0.272	0.066	0.007	0.252	0.190	0.052
Oct. 12.	11. 30	0.217	0.096	0.030	0.674	0.654	0.282	0.074	0.006	0.250	0.185	0.055
	15. 15	0.214	0.090	0.025	0.654	0.650	0.274	0.069	0.003	0.243	0.177	0.048
Oct. 13.	11. 00	0.203	0.083	0.015	0.646	0.644	0.274	0.066	0.002	0.231	0.169	0.039
	15. 30	0.203	0.083	0.015	0.647	0.645	0.272	0.065	0.002	0.230	0.169	0.038
Oct. 14.	9. 30	0.197	0.077	0.017	0.627	0.641	0.272	0.064	0.002	0.220	0.161	0.036
Oct. 15.	8. 00	0.191	0.073	0.008	0.623	0.638	0.265	0.058	0.000	0.218	0.155	0.032

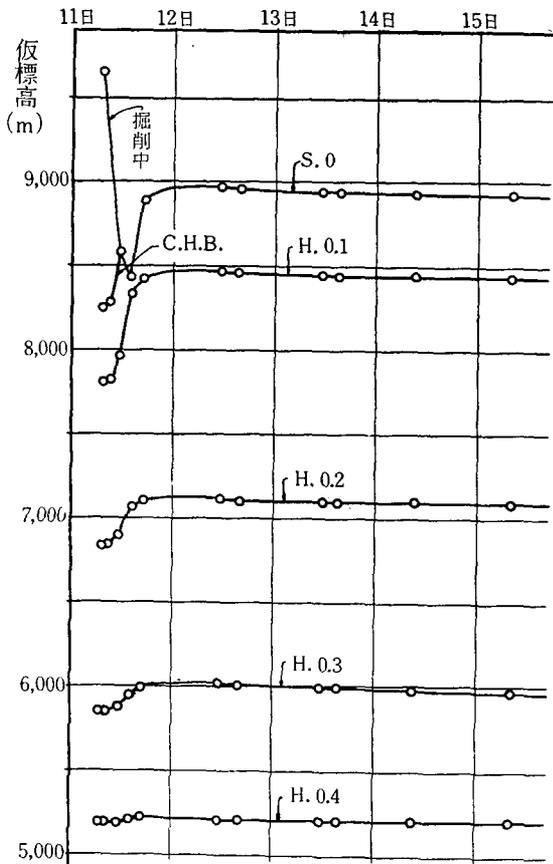
* C.H.B. による観測不能となり、代わりに C.S.O. を設置し観測したものを換算した。

[] 測定点板標高

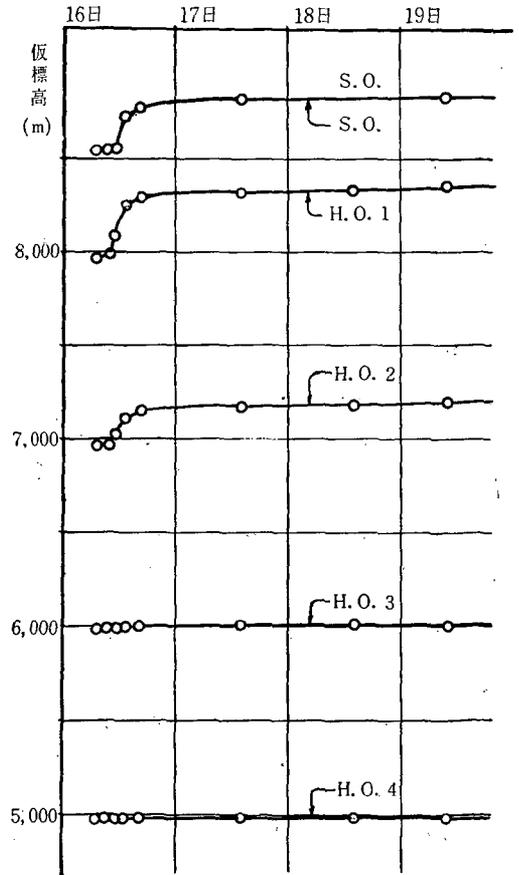
第2表 E区浮上り測定桿変動累加量 (単位=m)

日時	H.L.1	H.L.2	H.L.3	S.L.1	H.O.1	H.O.2	H.O.3	H.O.4	S.R.1	H.R.1	H.R.2	H.R.3
Oct. 16 h m												
7.00	[7.972]	[6.975]	[5.977]		[7.972]	[6.960]	[5.988]	[4.979]		[7.931]	[6.919]	[5.919]
9.40	0.015	0.005	-0.001		0.023	0.015	0.001	-0.001		0.017	0.009	-0.001
11.15	0.046	0.021	-0.001		0.119	0.061	0.005	-0.001		0.032	0.020	-0.001
12.50	0.075	0.036	-0.001	[8.649]	0.255	0.147	0.011	0.002	[8.653]	0.042	0.028	-0.001
16.15	0.091	0.056	-0.004	0.020	0.300	0.169	0.010	0.001	0.023	0.049	0.031	-0.002
Oct. 17 14.00	0.104	0.059	-0.098	0.030	0.346	0.199	0.016	0.002	0.038	0.060	0.040	-0.003
Oct. 18 14.00	0.115	0.068	0.001	0.062	0.357	0.206	0.017	0.005	0.039	0.064	0.039	-0.002
Oct. 19 9.30	0.116	0.065	0.003	0.062	0.377	0.225	0.017	0.003	0.042	0.063	0.039	-0.004

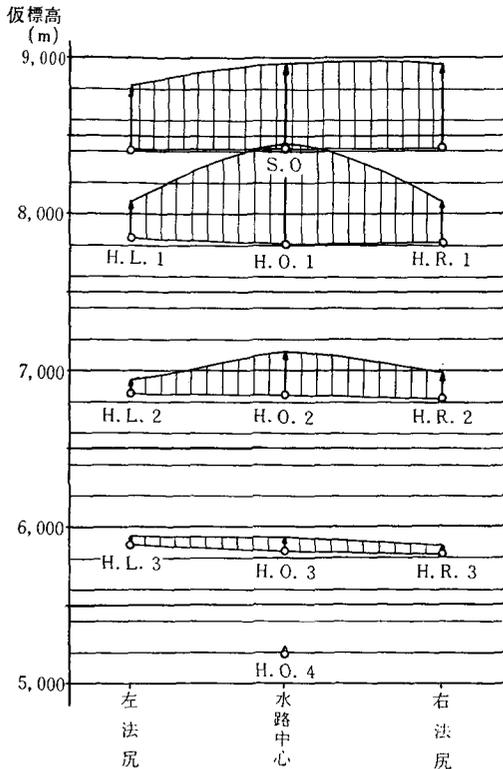
S.L. 1, S.R. 1 は沈下板を設置して掘削後の水路底面の浮上りを観測したものである。
[] 測定点仮標高。



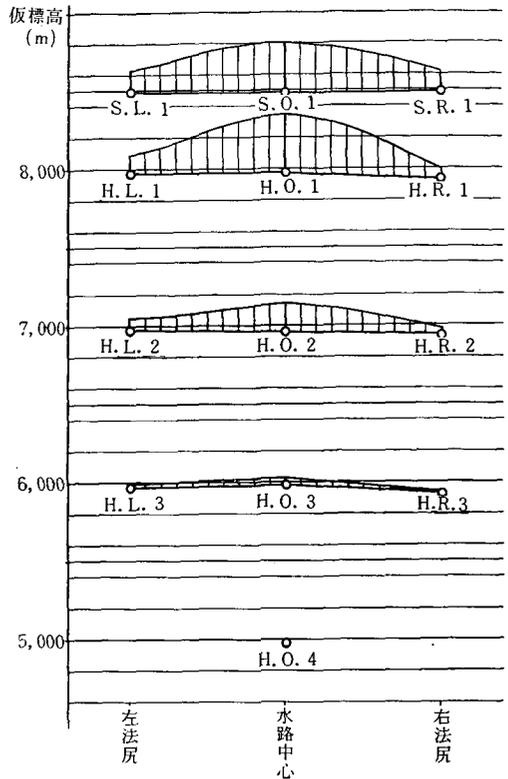
第2図 C区中心線浮上り



第3図 E区中心線浮上り



第4図 C区水路底下浮上り



第5図 E区水路底下浮上り

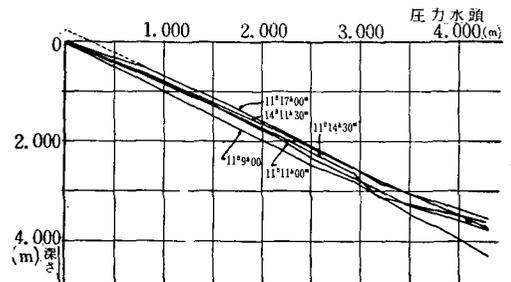
第5図に示した。これらは既に第1報で、浮上り現象として述べた。

- (a) 掘削後比較的短時間の現象である。
- (b) 時間の経過につれて上層から下層へ及んでゆく。
- (c) 浸透水圧及びガス圧が主要なる原因となつている。

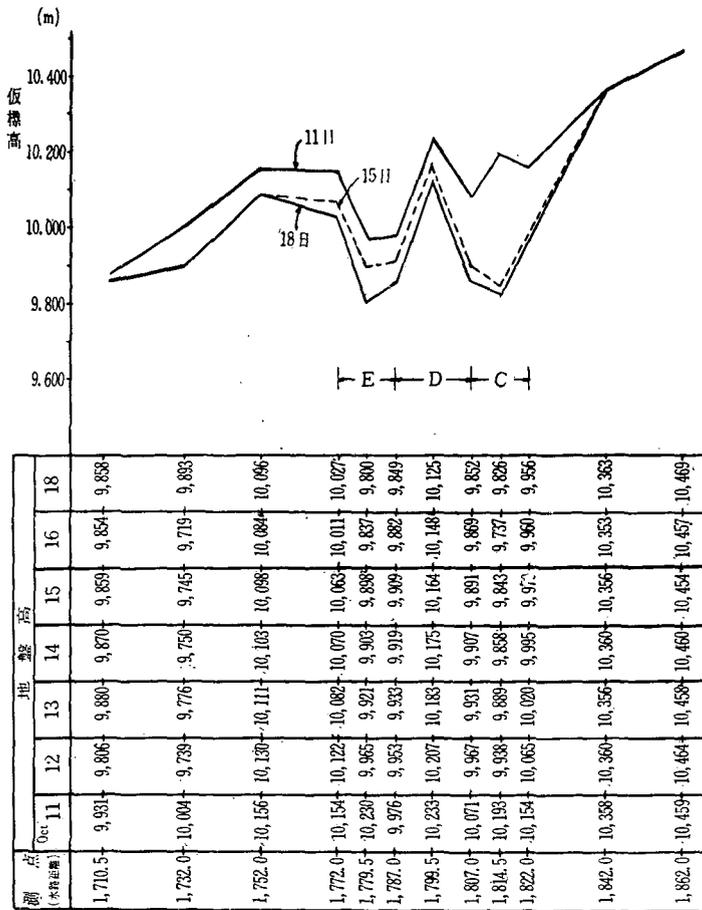
等のことを、あらためて裏付けするものである。

(a) は第2図、第3図にみられるように、浮上り現象は、掘削中にその大部分を進行している。C区において規定断面の水路底面にあたる假標高 8,243 m に、スクリー型浮上り測定桿を、C.H.B. なる名称を附して設置しておいたが、掘削開始後4時間で、その設置当初より 0.321 m 高い假標高 8.564 m で掘り出され露出したので取りはずした。又その下の各深度についても最大浮上り量を示している 16時30分に対して掘削直後の14時の浮上り量は、浮上り全量の90~95%を示している。これは第6図の圧力水頭等時線比較図でわかるように掘削前は殆んど静止の状態

にあつた地下水が、掘削による一部地下水位の急激な低下により圧力水頭勾配、すなわち浸透水圧がどんどん増加してゆき、11時から14時の掘削後半において最大に達している。14日の地表面近くの動水勾配の大きいのは地下水位の急低下によるものであり、図の点線のように考えるべきであろう。そしてこのときは排水路へ地下水の流出がほぼ定常状態に達していることは第12図の等ポテンシャル図からも想定される。



第6図 C区圧力水頭等時線比較図



第7図 実験区附近縦断面

(b) 上層から下層へ浮上り現象の及んでゆくことは前回と全く同じである。

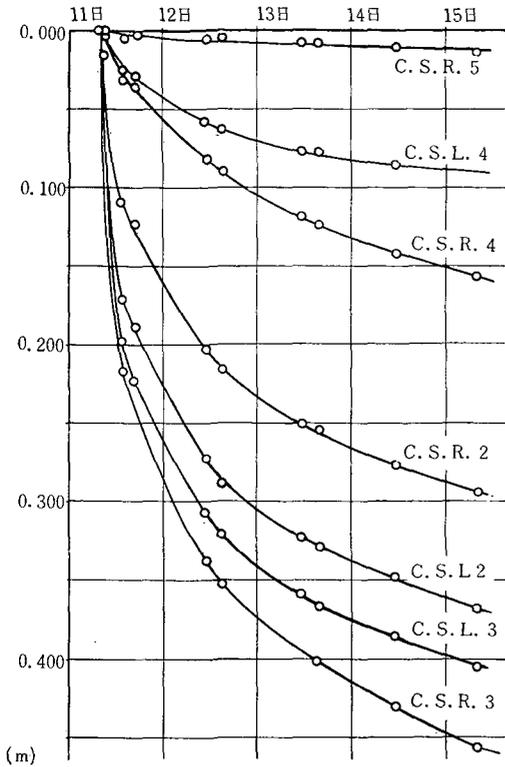
(c) 掘削の進行に伴う浸透水圧の最大値の表われる時間が浮上り現象の表われる時間とほぼ一致している。又各深度における最大浸透水圧の表われる時間が上層から下層へと遅れてゆくことは(b)における浮上り現象が上層から下層へと及んでゆくのと全く同じ傾向である。

又、E区についてみると、量的に小さくはあるが、これらのことについて同じ傾向にある。すなわち、幅員の狭いものではあるが、事前に掘削計画深まで掘り下げられているため、既に地下水位が或る程度低下しており、その状態のもとに一応定常特態に落ちていたところを更に試験用標準断面に掘削したのであるが、この掘削は深さの方向でなく殆んど大半が拡幅掘削であつたため流線網の急変は見られるが、C区のように水路内地下水位の低下がないため、C区に比して浸透水圧の著しい増加はみられなくそれだけ浮上り量が少なくなつている。

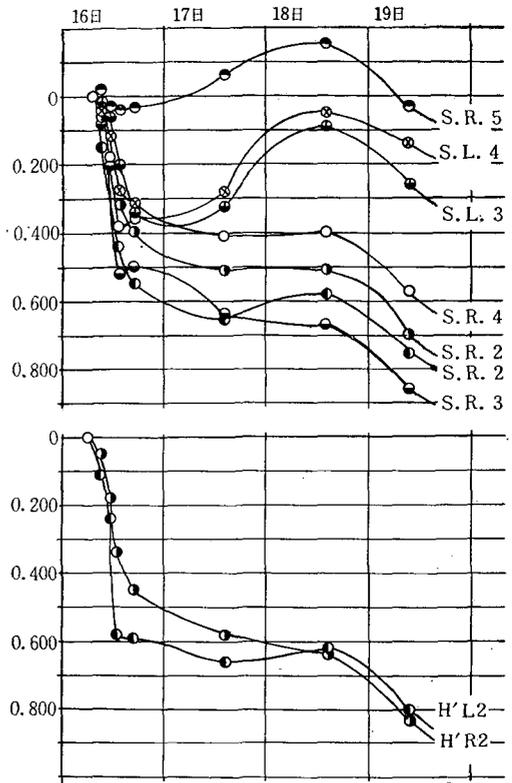
第3表 C区沈下板変動累加量 (単位=m)

日 時	S.L. 2 (2 m 14)	S.L. 3 (4 m 18)	S.L. 4 (7 m 00)	S.R. 2 (2 m 47)	S.R. 3 (4 m 46)	S.R. 4 (6 m 85)	S.R. 5 (14 m 97)
	h m						
Oct. 11. 7. 50	[10.346]	[11.417]	[10.329]	[10.320]	[10.033]	[10.326]	[10.471]
8. 30	0.002	0.008	0.002	-0.001	0.015	0.000	-0.001
14. 15	0.171	0.199	0.025	0.112	0.217	0.032	0.005
16. 30	0.189	0.223	0.027	0.123	0.242	0.036	0.001
Oct. 12. 11. 30	0.272	0.307	0.059	0.203	0.338	0.082	0.006
15. 50	0.288	0.321	0.063	0.216	0.352	0.090	0.005
Oct. 13. 11. 00	0.323	0.359	0.077	0.250	0.447	0.119	0.009
15. 30	0.328	0.366	0.077	0.254	0.401	0.124	0.008
Oct. 14. 10. 30	0.348	0.386	0.084	0.276	0.428	0.142	0.011
Oct. 15. 8. 00	0.368	0.405	0.592	0.294	0.452	0.157	0.015

() 水路中心からの距離 [] 仮標高



第8図 C区沈下板変動量



第9図 E区沈下板変動量

(2) 沈下について

(a) 縦断方向の沈下

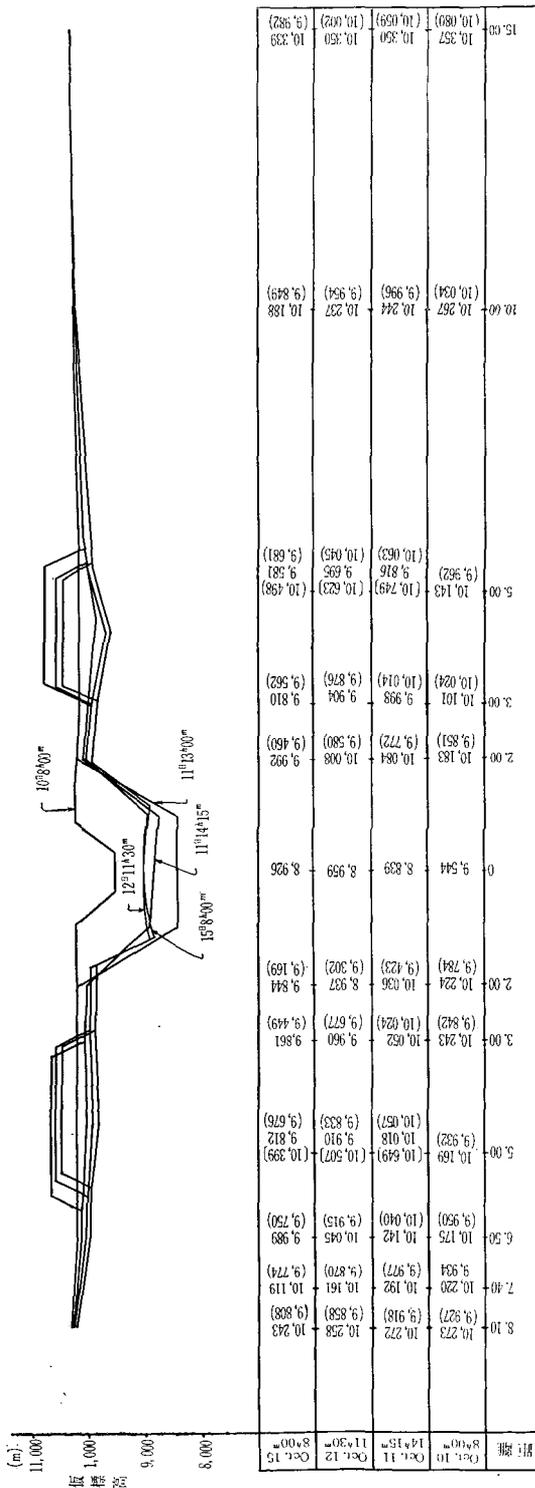
既設排水路終点 1,710.5 m から実験区を通過して測点 1,82.0 m に至るまで、水路左岸に測点を設けて、毎日 12 時にテルテング・レベルによつて地盤高を観測した。その結果は第7図のごとくであるが、

11日に掘削したC区では12日にその中央(測点1,814.5 m)で0.255 mの沈下をしている。E区及びD区は9日に狭排水路を掘削したため一部沈下し、次いで16日E区の実験用水路掘削によりさらに一層沈下量を増している。しかしこれは捨土の搬出によるものと思われるがC区に比較すれば、その沈下量

第4表 E区沈下板変動累加量 (単位=m)

日	時	S.L. 2 (2 m 45)	H.L. 2 (2 m 45)	S.L. 3 (4 m 43)	S.L. 4 (6 m 89)	S.R. 2 (2 m 43)	H.R. 2 (2 m 43)	S.R. 3 (4 m 37)	S.R. 3 (6 m 87)	S.R. 4 (14 m 90)
Oct. 16.	7. 00	[9.896]	[8.879]	[9.929]	[10.097]	[0.976]	[8.985]	[10.181]	[10.249]	[10.319]
	9. 30	0.004	0.011	-0.002	0.015	0.002	0.005	0.008	0.006	0.002
	11. 15	0.020	0.024	0.006	0.018	0.012	0.018	0.020	0.012	0.003
	12. 50	0.044	0.058	0.020	0.038	0.032	0.034	0.050	0.028	0.004
	16. 30	0.055	0.059	0.034	0.035	0.040	0.045	0.050	0.031	0.003
Oct. 17.	14. 00	0.065	0.066	0.032	0.028	0.051	0.058	0.064	0.041	-0.006
Oct. 18.	14. 00	0.057	0.062	0.009	0.005	0.051	0.064	0.067	0.040	-0.015
Oct. 19.	9. 30	0.075	0.080	0.026	0.014	0.070	0.083	0.086	0.057	0.003

() 水路中心からの距離 [] 仮標高



第 10 図 C 区横断面変形図

は少ない。測点 1,710.5 m から測点 1,752.0 m までの区域は狭排水路の影響のみによるものであり、15 日までに大体沈下は終了して、その後は殆んど変化を示していない。しかしただ測点 1,752.0 m から測点 1,772.0 m にわたつては、16 日に E 区の掘削捨土を搬出盛土したために、その荷重による沈下が認められる。

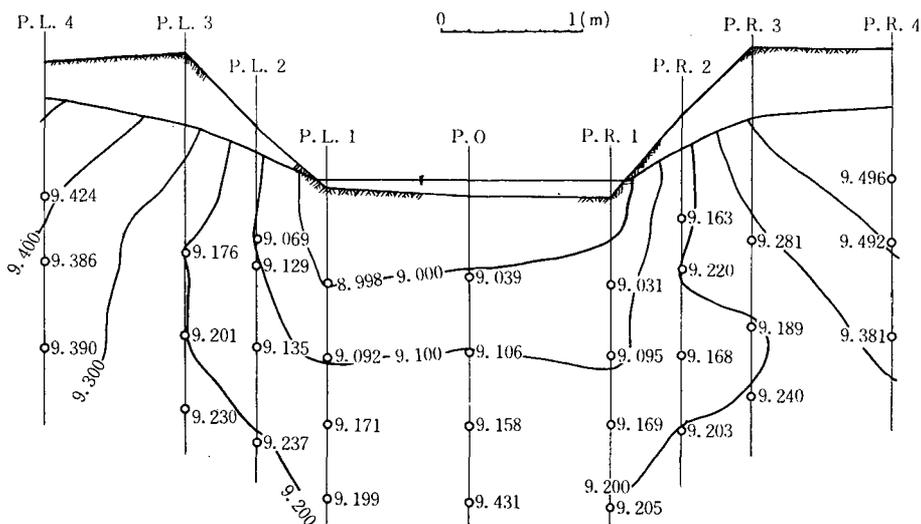
(b) 横断方向の沈下

C 区は第 3 表、第 8 図のようであり、その傾向は、前回の B 区の場合と殆んど同じであるが、B 区は掘削の場合に片側捨土で、捨土なしの右岸について観測したものであるが、C 区は両側捨土で捨土の荷重の影響をうけている。すなわち、それぞれ掘削後 3 日目についてみると、水路中心より約 15 m で B 区の 0.001 m に対し C 区は 0.009 m の沈下、又水路中心より約 5 m では B 区の 0.066 m に対し、C 区は 0.323 m と判然と捨土荷重の影響を示している。このように C 区では両側とも (C.S.L. 3), (C.S.R. 3) なる測標によつてその盛土下の地盤が大きく沈下をしたことを知つた。これは第 10 図にも示されている。

E 区は第 4 表、第 9 図のごとくであるが、17 日に 61 mm の大降水量をみたので、沈下しつつあつた地盤が吸水して膨張したため、18 日は逆に上昇している特異例である。この降雨の影響は排水路よりの距離が大きくなるほど滞水時間も長くなり地盤の膨張に著しく影響していることがわかる。しかし、これも、その排水と共に、漸次旧態に復じて行つた。又、(S. R. 2), (S. L. 2) の地表下 1.00 m に (H'.R. 2) (H'.L. 2) を設置して地中の沈下量を観測したが、掘削後 4 日目の 19 日に地表面の沈下量 0.075 m に対して 0.080m, 0.070 m に対して 0.083 m とわずかではあるが沈下量が大である。これは分解の進んで水分含量の多い泥炭が排水路掘削により側圧の減少によるレオロジー的変形、浸透水圧による押し出し等により鉛直方向に収縮歪をなし、それが沈下となつて表われているのである。それに対して上層の未分解で含水量の少ない泥炭は前者に比して短日の間には、変形移動が行われないのであろう。

(3) 横断面形の変形

横断面形の変形は、第 10 図、第 11 図にみるように、C 区 E 区共に前回の A 区 B 区と同じように



第 13 図 地下水等ポテンシャル図 (E 区 10 月 19 日 10 時)

ごとくなる。これによつてみると E 区は前日の多量の降雨にもかかわらず C 区のそれにくらべて地下水の流動は安定している。

IV. 結 語

これらの実験観測の結果は、既に前回の報告に記述せられた事実を再確認し、併せて浮上り等による掘削断面の減少はその施工の方面から、ある程度喰い止め得られるものであることを知つた。浮上り等の変形を軽減せしめる対策の一部として次の二項目を掲げることが出来る。

- (1) 捨土は必ず、或る幅の小段を設けて行わなければならない。
- (2) 作業に差支えない限度の中でもよいが、少なくとも仕上断面の深さまで掘り下げた小幅員、排水路を設けて地下水位を事前に充分下げしておくこと。

しかし施工の実際面からみれば、色々問題がある。

(1) の小段の幅は明らかに広い程良いことは明瞭であるが用地の関係や、シヨベルによる能力の関係で自ら決つて仕舞う。勿論、明渠の規模によつて異なるが、実際及び経済的見地からも併せ考えて最も有効なものがあるものと信ずる。これを確認することが望ましい。また (2) の項目についても例えば特殊深掘り用トレンチャーなどによつて安価に仕上ることが出来るのではなからうか。このような狭くて深い排水路を

掘つてから、仕上掘削を行う断面部分の地下水位が充分さがるのに、少なくとも何日位放置することが必要であろうか、またこの小排水路から下方に向つて小口径の孔を穿つて地下深所の圧力を下げることがどの程度可能であろうか、あるいはこの小排水路を中心線に没う一本のみにするか、または仕上げ断面敷の両端に二本配置するのが良いか、よく浮上る泥炭地盤を事前に調査する方法等、今後解決しなければならない問題を残している。今後の研究に俟つものである。

本研究の現地観測に当つて、準備その他に一方ならぬ御援助を賜つた札幌開発建設部の関係諸氏に深甚なる謝意を表するものである。

参考文献

- 1) 時任一彦：泥炭地改良及び泥炭利用論
- 2) 和田 保・岸上定男・真井耕象・高木俊介：泥炭地排水路の断面変形に関する研究 (I) 泥炭地開発研究第 1 号
- 3) ——：同上 (II) 泥炭地開発研究第 3 号
- 4) ——：同上 (III) 札幌開発建設部報告
- 5) 権平昌司・山本 茂・梅田安治：豊幌泥炭地の排水路掘削における浮上り等の変形について (第 1 報) 北大農学部邦文紀要第 3 巻第 1 号
- 6) Ward, W. The Use of Simple Relief Wells in Reducing Water Pressure Beneath a Trench Excavation. *Geotechnique*, Vol. 7, No. 3.

Summary

Further research, continued from the previous paper on the digging of an open channel in the field of peat-bogs, at Toyohoro District, are described in this paper.

The suitable site for the present experiment was divided into three parts and called the section C, D and E. These researched section were of 15 meters, 20 meters and 15 meters in length respectively and all of them 2 meters base width, 4 meters upper width, 2 meters depth of digging and their sidelopes were of 1 on 0.5 batter.

The section C was excavated in the standard shape of normal section used in this region and digged pieces of peat soil were filled in regular form beyond a berm (or step) of 1 meter width.

In the section E. a narrow but considerably deep trench by which ground water was sufficiently drained were digged previously and after about a week a standard channel of full-scale was digged and at the same time excavated soil was transported to the place hardly affected by settlement of the soil layer.

Main results from observations are as follows.

(1) Writers have confirmed again various facts on the deformation due to swelling and heaving of channel bed described in the previous paper. That is, (a) heaving of channel bed is

the phenomenon carried out in relatively short time, (b) with the lapse of time this is gradually developed from upper layer to lower portion of peat soil, (c) seepage pressure and resolved gas contained in soil mass are mainly probable sources of heaving of bed.

(2) In the section C. 45 percent of the digged cross sectional area was lost due to the heaving of bed and sinking of both banks, so that there was remained as a effective channel area only 55 percent of cross section, whereas in section E. being sufficiently drained previously, 70 percent sectional area was still left. These facts suggest it is practically effective that a narrow and deep trench is previously digged before normal excavation is carried out.

(3) When ordinary soils composed of mineral matters are digged out, their volumes are increased about from 10 to 20 percent compared with original volumes, but on the contrary the volume of peat soil is decreased, for instance, at the moment digged up its volume was turned out in only 84 percent of the original volume, and after five days merely in 72 percent.

It would be its probable reason that peat soil situated in the original position of layer is saturated with pore-water or almost in that condition, but as soon as it is digged and exposed in the atmosphere, corresponding to its water-holding capacity excess moisture is drained, consequently in spite of the increment of voids its shrinkage is caused.

