

伊勢湾台風により被災した海岸堤防の 復旧に用いた二、三の工法について

農林省名古屋農地事務局 小 川 泰 恵
高潮対策事業部
同 上 城 野 忠 雄
農林省鍋田農業災害復旧事業所 青 井 富 治
同 上 島 本 敏 男

目 次

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. 序 言 | (2) 潮 止 工 |
| 2. 鍋田干拓堤防の被災状況 | (3) 工事中の法面保護 |
| 3. 復旧堤防の設計 | (4) 決壊口の締切工法 |
| 4. 潮止迄の施工細部設計 | 5. アスファルト舗装 |
| (1) 潮止の床固め工 | 6. 結 言 |

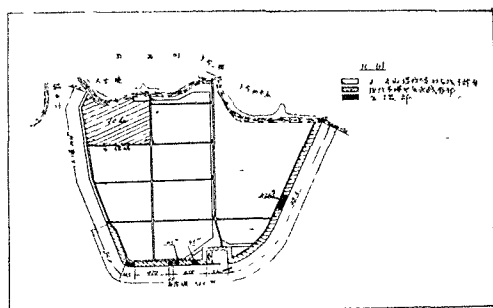
1. 序 言

昨年の9月26日の伊勢湾台風によつて、伊勢湾、三河湾周辺の農林省所管の海岸堤防は甚大な被害をうけ、数多くの人命、財産を失つた。特にひどかつたのは、愛知県の西端にあつた鍋田干拓の堤防で、7,000米の堤防の中4,500米は全壊し、入植者住宅144戸は全部流失、入植者の約4割132名の犠牲者を出した。その後鋭意復旧に努めて来たが、この復旧に当つては、従来と相当異つた設計、工法をとつたので、その要点を発表することとした。

2. 鍋田干拓堤防の被災状況

簡単に鍋田干拓堤防の被災状況を述べると、図一に示す如く、延長約7千のうちの鍋田川沿いの堤防約2千は多少盛土を取られた程度で原型を止めたが、その他の海面に面する堤防は殆んど全壊し、約700米にわたつては基礎ブロック（コンクリート製、重量5t）も流失し、深い所では、10米近く洗掘された。中央の船溜の堤防は風向及び前面の防波堤の影響で、盛土を流失した程度に止つた。

図一 鍋田干拓堤防被災状況

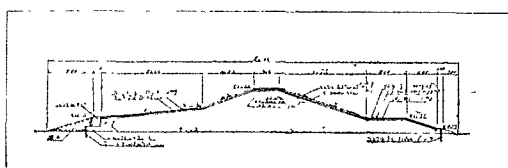


3. 復旧堤防の設計

復旧堤防の設計に当つて、次のような条件があつた。

- (1) 5000米に近い堤防を、約5ヶ月で締切りたいこと。
- (2) 前面の堤防断面は原型に拘束されないこと。
- (3) 35年7月末迄に原型と同等以上の高さまで完成すること。
- (4) 使用材料（特に石材）並びにその輸送に相当の制限があること。

図二 海岸堤防標準断面図



以上のような条件のもとで設計された正面海岸堤防の断面を 図-2 に示す(堤高は運輸省防波堤計画が確定した場合多少変更される見込)。

緩勾配の法面をもつたのは、砕波の強大な圧力を減殺し、かつ這上り高を可久的に減少させたいためで、高潮時の波も、10割法の半ば迄に砕けることを考えたものである。砕波水深と波形勾配の関係を 図-3 に示す。

8月29日16号台風時には潮位が、最高1.6米程度であったが、南寄り15~20米の風が10数時間吹き、条件としては相当悪いものだったが、この時の這上りは、10割法の内止つた。他の前面の急な堤防では相当な打上げがあり、工事途中のものでは盛土を取られたものも出ている。

船溜部の正面は背面に排水ポンプ場が密接している関係上、断面型の大きな堤防とすることができないので、パットレス・タイプの鉄筋コンクリート壁とし、鍋田川沿いの堤防は原型が残るかつ将来とも強大な波の襲来は地形上考えられないので、2割勾配の堤防とした。各断面は 図-4、図-5 に示す。

図-4 船溜部堤防標準断面図

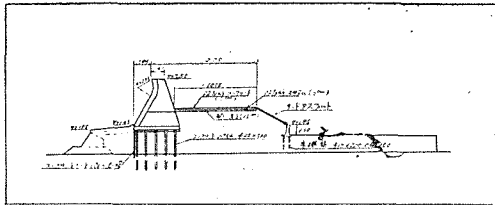


図-3 深海波形勾配と砕波水深との関係

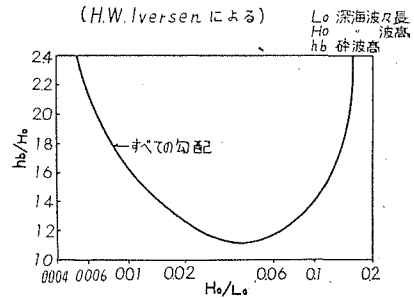
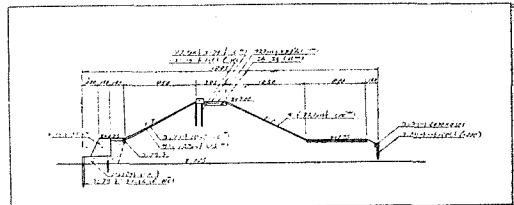


図-5 鍋田川沿い堤防標準断面図



4. 潮止迄の施工細部設計

(1) 潮止の床固め工

基礎のコンクリートブロック迄流失した決壊ヶ所の内比較的洗掘の少ない2ヶ所(延長各145米,60米,計200米)を選んで最後の潮止を行うこととし、ここに予め床固め工を行つた。その平面及び断面は 図-6 に示す。

この前後の護床に用いた粗朶単床は下面にビニロン帆布(#5008)を張つて砂粒子の移動を防いだ。比較的工期の短い本例の如き護床工としては、化学繊維の応用は費用の面からも、取扱いの面からも有利と考えられる。又単床は相当大きい形のものを(30×40米)使用したが、これも継目の弱点を少なくする上でよかつたと思う。粗朶単床の設計図及び施工中の写真を 図-7 に示す。

図-6(1) 潮止床固め平面図

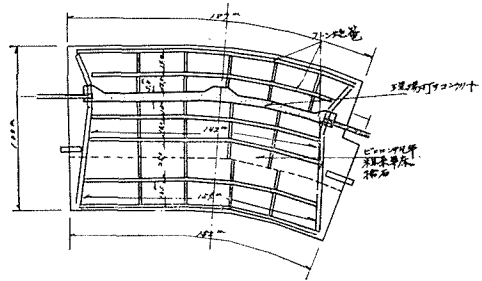


図-6(2) 潮止床固め断面図



(2) 潮止工

潮止は全線が T.P. (+) 2.5 米になつた時期に行つた。本工事において西寄りの第1潮止にはコンクリート・ブロック(1米角, 重量2t)を用いた。これは工期が非常に限られていたので潮汐に関係なく施工したかつたものである。

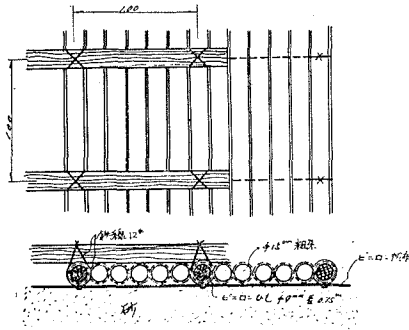
ブロックの設計図及び写真を 図-8 に示す。

このブロックを据付けるには、潮止工基礎の上に木造足場を組み、ブロックをトロで運び、特製の吊下げ用クレーンを用いて(クレーン作業位置は鋼管足場で補強)吊下げた。吊下げ作業は非常に簡単で、慣れるに従つて早くなり一日60個程度扱ふことができた。又ブロック間の孔はコンクリートで充填したが、これもビニロン布製の袋を使用して潮汐の洗掘を防いだが、好結果であつたと思う。

東寄りの第2潮止は、コンクリートブロックの代りにヒュームパイプ(内径1米)を二重に立て込んで潮止を行

図一 粗 梁 単 床

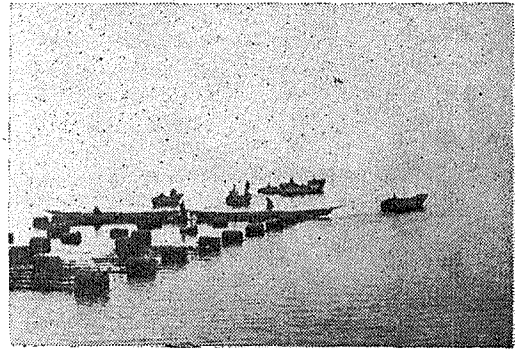
(1) 粗梁単床設計図



(2) a 粗梁単床製作作業

(2) b 粗梁単床製作作業
(ドラム缶は曳航時の浮力をもたせるため)

(2) c 粗梁単床曳航作業



図一八 潮止用コンクリート・ブロック及びその施工状況

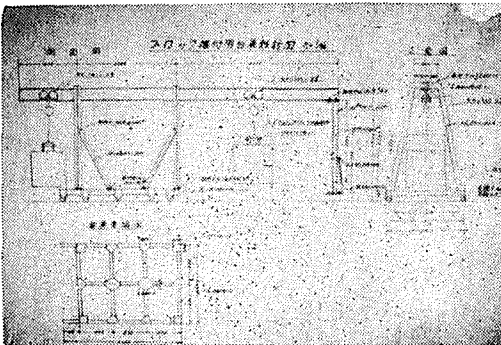
(1) ブロック詳細図



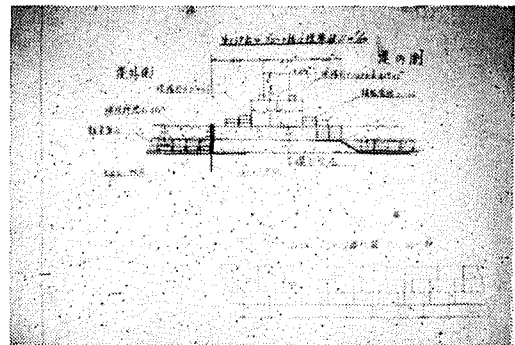
(2) 製作した潮止用ブロック (1米角)



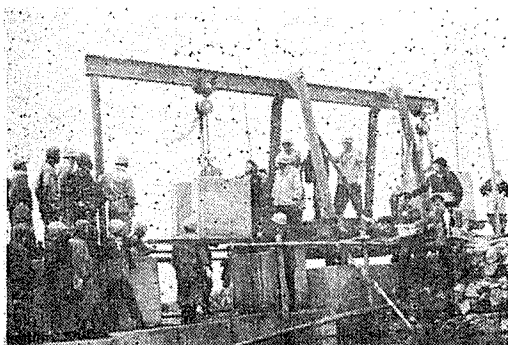
(3) ブロック据付用クレーン



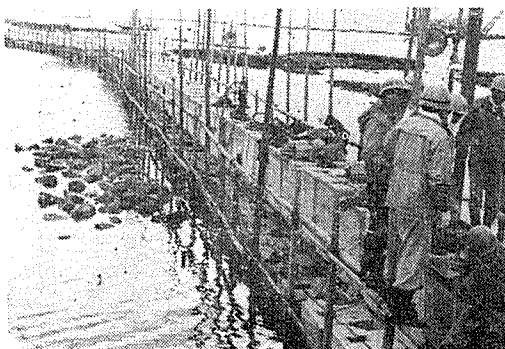
(4) 潮止ブロック据付標準断面図



(5) ブロック据付状況



(6) 据付けたブロックの状況

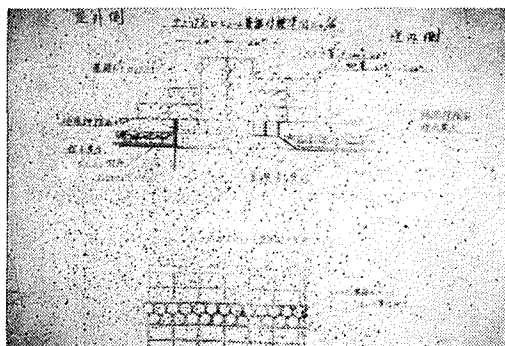


(7) 据付けたブロックの状況



図-9 ヒューム管設置状況

(1) 潮止ヒューム・パイプ据付標準断面図



(2) ヒューム・パイプ据付状況



(3) ヒューム・パイプ据付状況

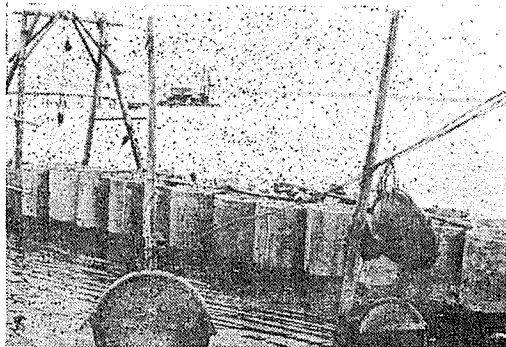


図-10 締切完了の状況

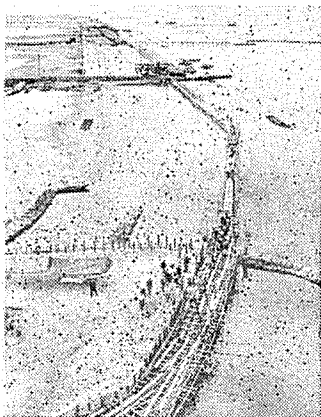


図-11 ビニール袋入り土嚢使用状況



つた。これは床固めに使用予定のヒューム・パイプが使用できずに残つたものを使用したもので、必ずしもすぐれた工法ではないと思うが、出来上りは割合具合よくいつた。その施工状況を 図-9 に示す。

最後の締切りを行つた時の状況を 図-10 に示す。

(3) 工事中の法面保護

潮止に至る迄は大体西北の季節風が吹くので、風は陸風が多くあまり心配することはなかつた。しかし前述の如く工期の関係上、比較的低い堤高で全線の締切りを行うので3・4月頃現れる南寄りの風は非常に危険であつた。

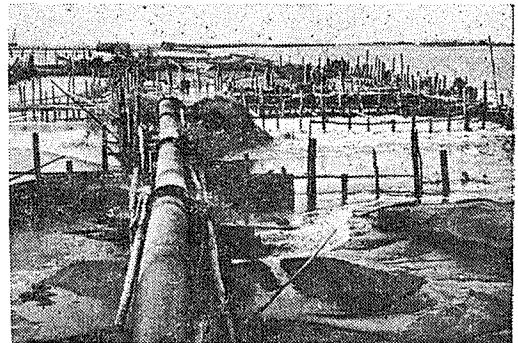
そこで既存の基礎ブロックの上は土嚢を用いて保護した。普通の麻袋では波に洗われると内容が流亡してしまうので、ビニールの袋を重ねて使用した。又後にはビニロン布の土嚢を製作して使用してみた。いずれも波に対して相当の抵抗性を持ち有効であつたと思う。使用状況を 図-11 (写真) に示す。

(4) 決壊口の締切工法

基礎ブロック迄流失したいわゆる決壊口は5ヶ所あつて延長約700米に及んだが、その中最大のものは旧堤防の潮止を行つた付近で、長さ約280米に及び洗掘の最深部は、T.P. (一) 10米に達した。これを締切るのに、まずサンドポンプ船でT.P. (一) 3.0米迄埋戻すこととしたが、埋戻すにつれて潮の干満時の流速が増し、吹いた砂が流動して貯らなくなり、部分的にはT.P. (一) 5.0米位の所も残つた。次に端の方から木枠を組み捨石を施しながら、内部に砂を吹いて行つたが(500HP サンドポンプ船使用)、間隙が狭くなるに従つて、潮流のため流されることが多く非常に苦心した。結局捨石量を増加し、粗朶単床を投下、背面に第二段の締切りを設ける等と共にポンプ船(700HP)を一隻増強して、やつと止めることができた。

決壊口は、その巾が狭まるにつれて洗掘力が予想外に強くなり、工事に困難を来すことがあるから、充分注意する必要がある。なお当初に深い部分の床均し或は床固めを行つておいて、フローティング・ケーソンを使用する等の方法を取れば、もう少し容易に締切りを施工することができたと思う。締切りの状況を 図-12 に示す。

図-12 旧潮止附近決壊口の締切状況



5. アスファルト舗装

堤防にアスファルト舗装することは、我国はもちろん外国においても比較的最近のことである。本堤防にアスファルト舗装を用いたのは、主として次の理由による。

- (1) 工期の点で非常に急がれたこと。
- (2) 急速に盛土した堤体は、たとえ充分輻圧締固めたとしても、或程度の沈下はやむをえないと考えたこと。
- (3) (1)の関係上、旧堤防の基礎ブロックの背面に直ちに舗装する部分が生じたが、この場合、ブロックの継目等より盛土砂が吸出される可能性があり、rigid な舗装では、それが発見しにくいこと。
- (4) 費用が比較的安いこと。

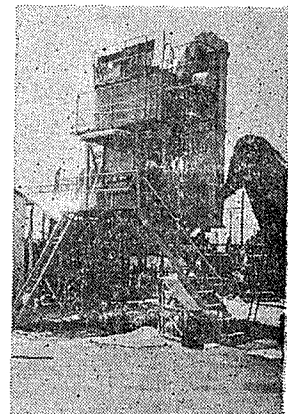
しかしながら、アスファルト舗装の堤防前面の被覆材としての適性は、未だ充分わかつていないので、設計としては完成時に表面をコンクリートブロックで覆うこととした。これには、今後の研究によつて、場合によっては、コンクリート・ブロックの代りにアスファルト・コンクリート等を使用することも考えられる。

実際の施工に当つては、表法サンド・アスファルト厚さ20㎝の中、本年度はその下層(7㎝厚)のみを施工した。但し勾配の変化する点、すなわち10割から3.0割に移る点の前後1.0米は14㎝厚とした。又本年度台風期前に一応旧堤防の高さで中間的に背面迄被覆したが、これは一時的のものであるから厚さは3㎝にとどめた。

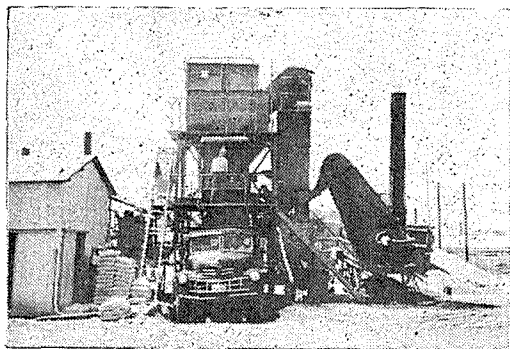
基盤の締固め方法として、10割法の部分は、散水しながら、フラット・ローラー、タイヤ・ローラー等を使用した。タイヤ・ローラーを使用した方が幾分好い結果が得られるものと思われる。一部は山土を表面に10㎝程度散布して締固めたが、この方が結果はよいようである。3割法の部分は、ローラーをのせることが困難であつたので、主として水締法を用いた。

図-13 アスファルト舗装施工状況

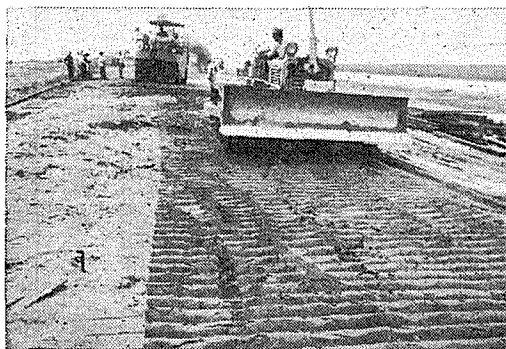
(1) 1500 yd^2 アスファルトプラント



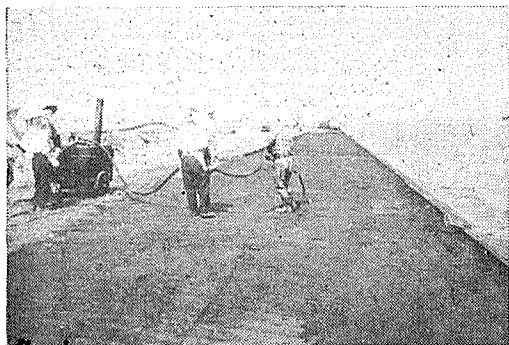
(2) 合材積込状況



(3) ブルドーザーの整形, ローラーによる振圧作業



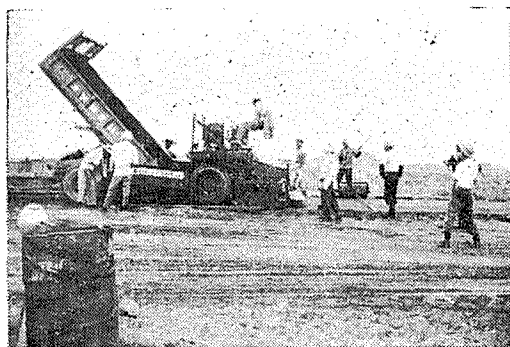
(4) 基盤処理作業 (平米当りアスファルト乳剤 1t, 重油 1t)



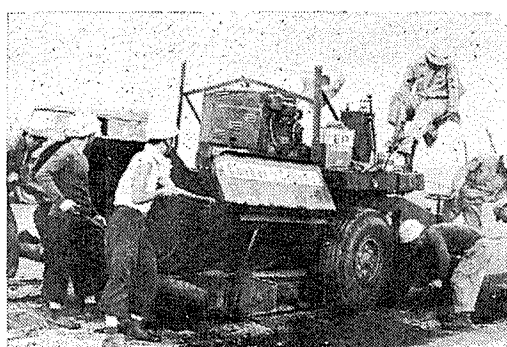
(5) 水締作業



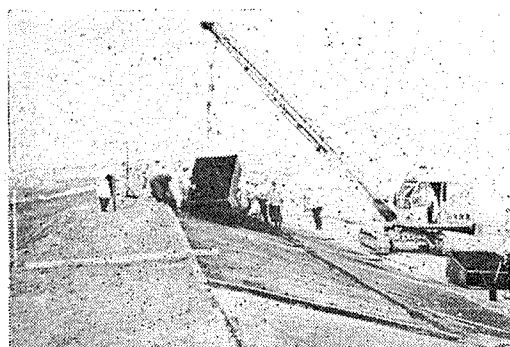
(6) フィニッシャーへの合材の Dump作業



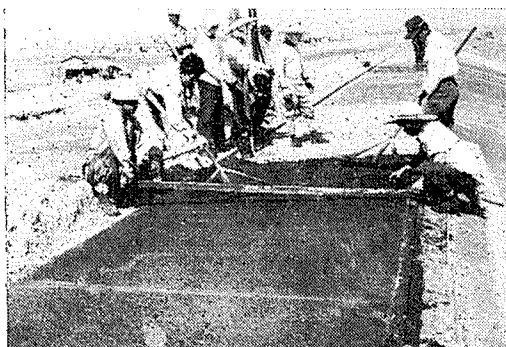
(7) フィニッシャー



(8) 舗設作業



(9) 舗設作業



サンドアスファルトの締固めについても、3割法の部分は50 kg 程度のハンド・ローラーを使用したのが、不充分だと思う。今後適当なウインチを用いて、更に重いローラーを使用して帳圧したいと思う。

本年度舗装した部分のサンド・アスファルトは次の配合を用いた。

ストレート・アスファルト	
(針入度 60 ~ 80)	6 % (重量)
ファイラー	7 %
砂	87 %

砂は当初サンド・ポンプ船で吹いた砂をそのまま用いたので場所により相当異り、大体次のような性質を示した。

F. M.	1.4 ~ 1.5,	0.65 ~ 0.75
S. G.	2.65 ~ 2.70	

出来上ったアスファルト・ミックスの比重は、1.5 ~ 1.6 が大部分で、多少不満な点もあった。しかしながら本年度施工の分は、基盤工の一部と考えてもよい部分で配合も比較的 poor なものであるから、やむを得ないものと思われる。今後上層に施工する部分については、更に1 ~ 3 % アスファルト量を増して、密度の大きい、透水性の低いものを施工する予定である。

本年度施工のアスファルト被覆は、いわば試験的なものと考えられるが、一、二気付いた点を述べると、

(1) Mass としての使用

旧堤防の基礎ブロックが残っている部分について、新しい堤防の斜面と不一致の部分を Asphalt mass で埋めた。

これは結果的に見て、波の破壊力を受けて、部分的に崩壊し、あまり推奨できるでなかつた。これは、合材のアスファルト配合比が衝撃を受ける部分に対しては6 % では poor に過ぎたためと思う。8 % ~ 10 % 程度にアスファルトを増して、更に金網等で補強すれば充分使用に耐えるものになると思う。

(2) 補修について

部分的に悪い所ができた時、これを補修するために、薄く剥いで修理した場合には、後になつて簡単に取れてしまった。これに対しては、充分に厚く剥ぎとり、旧合材とよく接着するように施工しなければならない。

(3) 陥没について

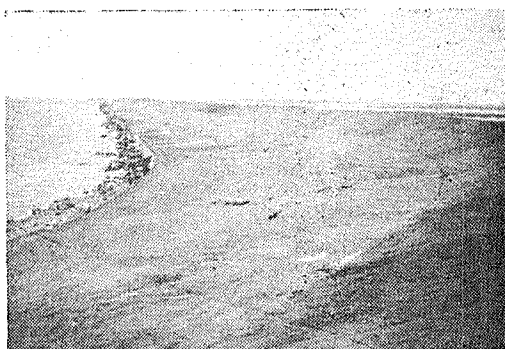
砂の吸出し等で、基礎砂層が落ちると、殆んど直ちに表面に漏斗状の陥没を生じた。これは損傷の早期発見には有利であると考ええる。

(4) 舗設時の温度について

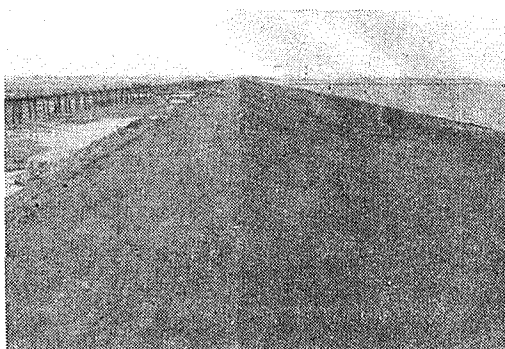
施工時の締固めも重要であるが、温度についても充分管理し、監督しなければならない。帳圧時温度が低すぎると、一見うまく仕上がった如く感じられても、全然粘着力のないものとなつている例がある。このためには、

図-14 アスファルト舗装堤防

(1) 海岸堤防 (10割部分の異物は16号台風時の uprush によるもの)



(2) 海岸堤防



(3) 鍋田川沿い堤防

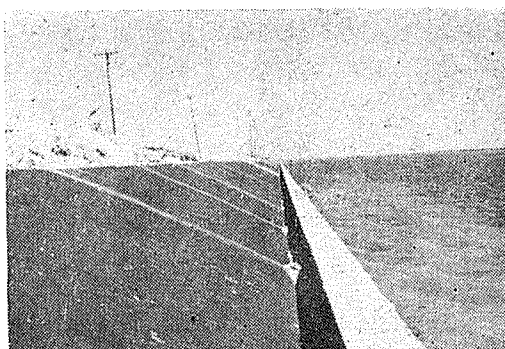
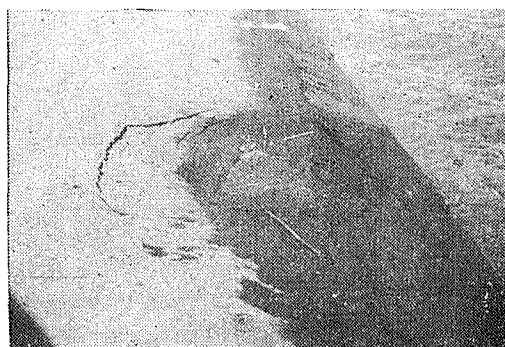


図-15 (1) アスファルト被覆陥没状況



現場側の敷均し、締固め速度と Asphalt plant の混合速度とをよく一致させる必要がある。

(5) 波浪の這上りに対する耐性について

波浪の這上りに対する耐性は、未だ短い期間であるから確定的には言えないが、ほぼ満足すべき結果を与えるものと思う。しかし異物（流木等）で連続的に反復して痛めつけられた所は表面に傷を生じている。

6. 結 言

以上簡単に鍋田干拓復旧堤防について述べたが、要約すると、

(1) 堤防被覆材料として、アスファルトの使用は大いに有望であると思う。今後諸賢の御研究をまちたい。

(2) 施工材料として、新しい化学製品（ビニロン帆布、その他）は非常に有効に使用できる場合が多いと思う。

(3) コンクリート・ブロック等を使用して潮止を比較的ゆつくりと行うことは、何ら困難を生じない。今後充分活用できるものと思う。しかしながら準備された潮止工以前の堤防を締切る場合は案外困難を伴うから、むしろ潮止口の中は従来よりも広く（50%位）取った方が有利と考えられる。

(4) 海岸堤防型として、緩傾斜型の堤防は水理的にみて、非常に有効であると思う。

文 献

アスファルトの堤防への応用について、外国文献として、まとめたものは、目下の所、次のようなものがある。

BITUMEN IN HYDRAULIC ENGINEERING

Baron W.F. Van Asbeck

TOEPASSING VAN ASFALT IN WATERBAUWKUNDIGE WERKEN

Ir. J.H. Van der Burgt

(2) アスファルト被覆陥没状況

