

伊勢湾台風による構造物の被害とその特性

運輸技術研究所 鶴 田 千 里
同 合 田 良 実

1. 序

昨年9月26日伊勢湾地方を襲った台風15号は、高潮災害の恐しさをまざまざと見せつけて行った。人々の頼みとする海岸防護施設は各所で瓦壊し、押し寄せる高潮と風波は思うがままにその暴威を振った。防波堤や埠頭などの港湾施設もまた被害を免れることはできなかつた。これら各種構造物の被災状況には、かなり類型的なものが認められ、この種の構造物の一般的な弱点を示すものと思われた。以下は、我々の災害調査の際見聞した各種の被害状況を、特にその被災原因と思われるものを中心として取りまとめたものである。この小文が今後の計画や復旧工事の参考ともなれば幸いである。

2. 構造物の被災状況について

1) 波当りの強弱による被害の差異

今回の災害においては、波浪の影響が特に著しかったのが一つの特徴である。伊勢湾の沿岸一帯は13号台風の苦い教訓によって、海岸堤防や護岸など、いづれもかなり高い天端高を有していたので、高潮によって、潮位が高まり、堤防や護岸の天端を溢流したために破堤したと言う例はあまり見られなかつた。被害の大半は、高潮に乗った激しい風波によるものと考えられる。たとえば、海部郡飛島村の海岸堤防は図-1のような構造で最高潮位に対して、2m以上の余裕を残していた筈であるが、波高1.5m前後の波が襲ったため図-2の突角部411mが全潰し残りの部分も裏法が全面的に洗掘されていた。この全潰した突角部は1921.9.26の高潮の際にも欠潰した所で、この前面がみお筋に当り、波当りが特に強かつたものと考えられる。また前面に障害物があつたり、干拓地の蔭になつている部分は総体的に被害が少なかつた。最も良い例が名古屋港貯木場南側護岸である。この護岸は図-3に示す構造で名古屋港の最高潮位 T.P. +3.9m に対し天端高にほとんど余裕がなかつた。このため延長約1000mにわたり完全に欠潰したが、東側の南柴田新田の蔭にあたる部分は比較的被害が少なく、特に送電塔の背後約65mは裏込土流失のみで、倒壊は免れていた

図-1 飛島村の海岸堤防断面

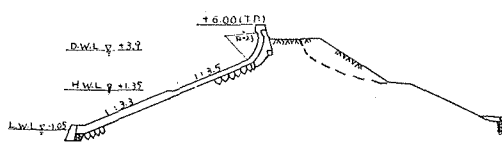


図-2 被災箇所

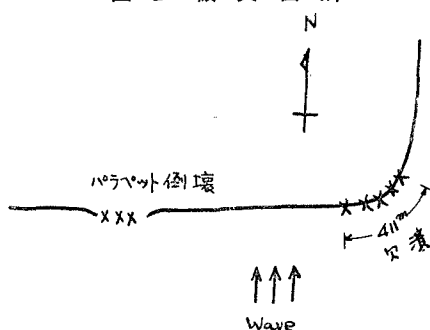


図-3 貯木場護岸断面

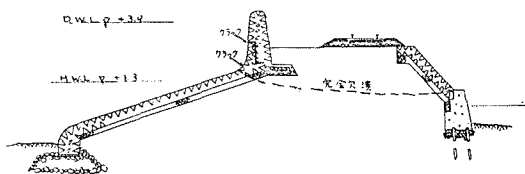
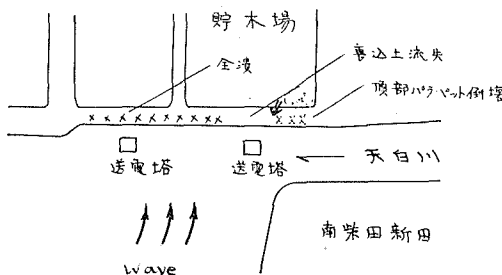
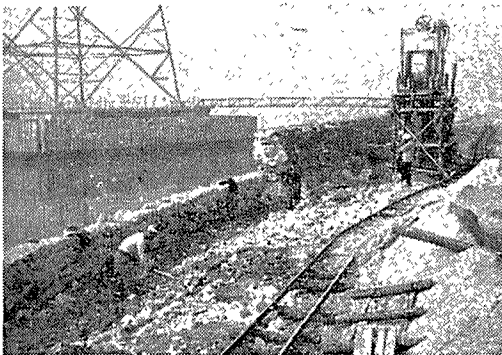


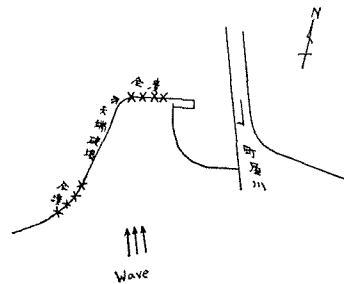
図-4 被災箇所 (一印は写真位置)



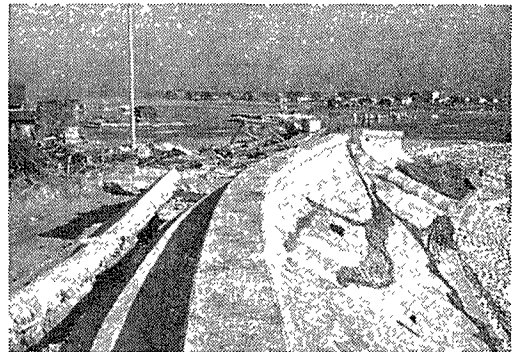
写真一 送電塔の蔭の部分があまり破壊されなかつた



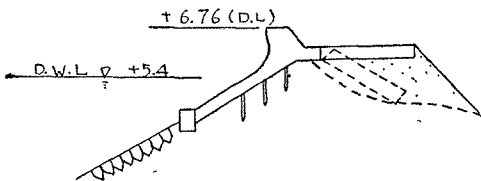
図一五 町屋川右岸の海岸堤防被災箇所



写真二 手前側は波当りが弱かつたため被害が少なかつた



図一六 海岸堤防断面



(写真一、図一四)。更に同一地区の海岸堤防でも、その法線方向と波の入射推定方向との関係によって、その被害状況に顕著な差異が見られた。図一五の三重県川越村の町屋川右岸地区の海岸堤防はその一つの例である(図一六、写真二)。従つて、特に波の集中または強い波当りの予想される箇所は、天端の嵩上げや構造の補強などの手段を講じて再び災害を繰り返さないようにすべきである。また、侵食海岸では波の作用が特に著しいから注意する必要がある。

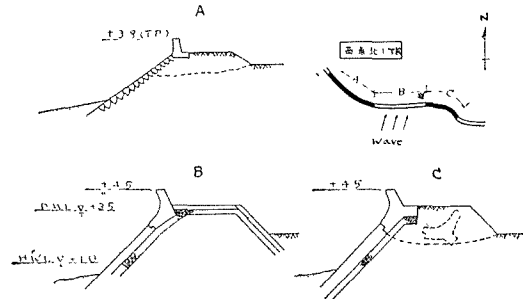
2) 高潮及び越波による裏込の洗掘

海岸堤防や護岸の欠損の直接原因は、全て天端及び裏法からの洗掘と言つて良く、天端と裏法が盛土のままのものは、その大半が越波、越水によつて被災した。逆に三面コンクリートの構造で破堤したものは、二三の例を算えるのみである。維持が適当に行なわれていれば、15~20 cm 厚のコンクリート舗装で十分被害を食い止め得ると思われる。

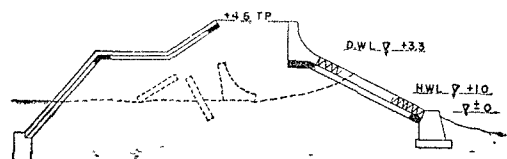
例えば、常滑市西浦北小学校前の防潮堤は、その施工年度や施工者の相異によつて図一七のように構造が異つていた。常滑港における災害時の最高潮位及び波高は、それぞれ $T.P. + 3.5$ m, $H = 2.0$ m 程度と推定されている。したがつて、図の A, B, C の各防潮堤とも激しい越波に襲われた筈で、これにより A の簡易な石張堤は全潰し、C の天端と裏法の未舗装部分は写真一三のように破壊されたが、コンクリートで完全に被覆されていた B の部分は何ら被害がなかつた。

また、図一八の半田市康衛新田の干拓堤防は、写真一四のように全面的に欠損した。半田市の最高潮位は $T.P. + 3.3$ m, 波高 1.5~2.0 m であるから、波

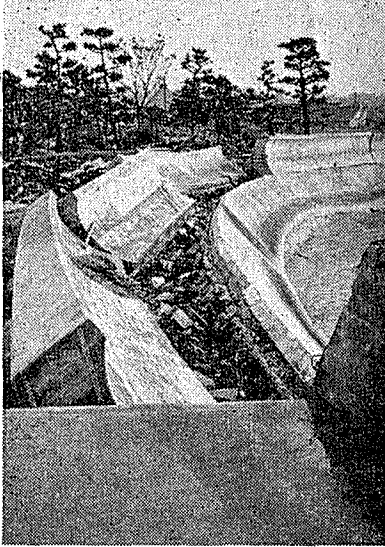
図一七 常滑市西浦北小学校前の防潮堤



図一八 康衛新田干拓堤防



写真—3 天端と裏法が未舗装のため
倒壊したC部（手前はB部）



写真—4 天端未舗装のため全面欠潰した
康衛新田の干拓堤防



は表斜面を遇上して相当に越波したものと思われ、天端舗装の未完成が主原因となつて被災したものである。この被災部分に隣接した、天端舗装の終了した部分の干拓堤防が被害を免れていたのは、まさに対照的であつた。

天端と裏法にカヤや竹などを密生させて、洗掘に対する抵抗力を増す方法もしばしば見受けられるが、今回のように激しい越波に対しては、あまりその効果が期待できないようであつた。

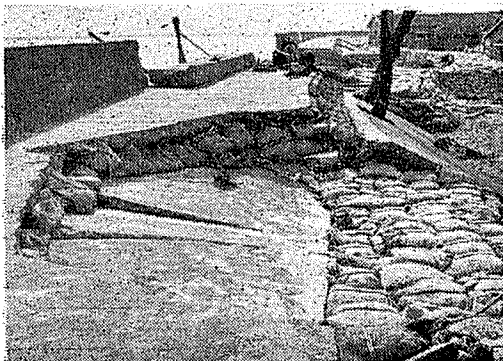
3) 中詰土砂の沈下または流出

このように、高潮と越波によつて堤体の背後が洗掘されるのを防ぐため、天端と裏法をコンクリートで被覆するのは極めて適切な方法である。しかしこの場合には、中詰土砂の沈下や流出に注意していないと、内部が空洞になつた所を波で叩かれて潰される危険がある。

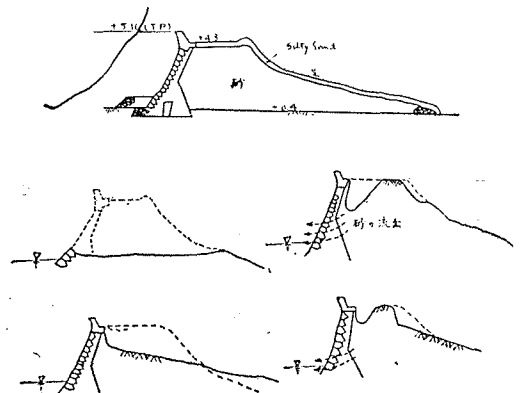
実際に四日市市の石原海岸(写真—5)を始め数箇所、このような中詰土砂の沈下による被災例が見出された。また前面堤体を石積みとした場合には、練石積みの場合でも、施工不良や地盤沈下によつて練積みの処々に隙間を生ずる危険があり、その隙間から中詰土砂が流出することも考えられる。知多湾の碧南干拓の堤防全面欠潰は、この中詰流出がその一因と推定される(図—9)。

中詰土砂にロームまたは粘土質の土が得られ、施工が入念に行なわれていれば、中詰の沈下や流出の心配は少なく、越波や溢流に対する危険も少ないと言える。しかし実際に海岸地帯で長大な堤防を急速に築造しようとする場合、中詰として砂を使用せざるを得ないのが現状である。したがつてこの場合は、検査用のマンホールを天端コンクリートの処々に設け、適宜中詰土砂の補充を行なうとか、次項の仕切壁を設けるとかの対策が必要である。また海岸堤防に石積みを用いることはできるだけさけるべきであり、止むなく石積みとする場合には、十分根止を行つた上で練積みとし、施工を入念に行なわなければならない。

写真—5 中詰土砂の沈下による被災例
(四日市市・石原海岸)



図—9 碧南干拓堤防の破壊状況



4) 仕切壁の欠除による破堤の連鎖反応

海岸堤防、特に干拓堤防のように背後地の低い所の堤防は、一箇所欠潰するとその欠潰口から奔入する海水に中詰土砂を次々に洗い出され、波で上から叩かれてたちまちに破堤箇所が拡大される危険性がある。このため、鍋田、衣浦、碧南干拓などを始め堤防の破堤箇所が数百米に及ぶ例が各所に見られた。写真-6 は熊野灘沿岸長島港の被災例で、三面コンクリートの強い構造であつたにも拘らず、中詰沈下や仕切壁の欠除のため全面的に破壊されたものである。このような場合、20~30 m 間隔で仕切壁を設けておけば破堤の被害を最小限に止め得たであろう。写真-7 は四日市市石原海岸の防潮堤の例であり、右側は仕切壁のおかげで被害が及んでいない。また既設堤防との取付関係その他で構造断面を変える場合には、その接続部に仕切壁を設置しておくことが必要である。

5) パラベット及び堤体の倒壊

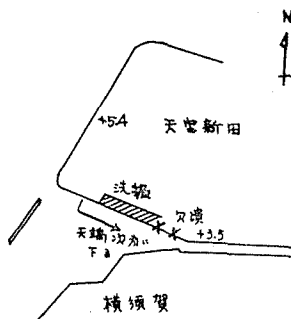
以上のような原因によつて天端や裏法が破壊され、裏込の盛土が流失したときは、パラベット及び前面の堤体が必ず施工目地を境にして倒壊していた。支えとなる裏込が洗われてしまえば、今までのような構造の堤体では自立困難となり、僅かの波力で押し倒される訳で、でき得れば、扶壁構造のような自立性のある構造が望ましい。

また特にパラベットと堤本体との継手は施工不良であり、設計上も堤本体との結合を考慮していないものが多かった。これでは波返しとしての作用が期待できず、パラベットの倒壊によつて裏込の流失を早め、堤体の破壊を招くことになるから、パラベットは堤本体と一体となるように強固に施工し、高さ 2 m 程度までの大きな凹面に仕上げて、波を積極的に沖側へ押し返す機能を持たせることが必要である。なお今回の災害では、根入不足による被災例は少なかつたか、設計に際してはこの点も十分考慮しなければならない。

6) 入江または河川流入部における堤防欠潰

一般に入江堤や河川堤防は波浪の影響をあまり考慮に入れていないので、前面の海岸堤防よりも天端が低く、構造が簡易であり、しかも取付部で断面を急変させていることが多い。このような箇所は、今回の災害でほとんど例外なく破壊され、その累が前面の海岸堤防に及んでいるものもしばしば見受けられた。上野横須賀海岸の天室新田では、天端高が $T.P. +5.4$ m の前面堤及び側面堤の一部には被害がなかつたが、これから入江護岸 ($+3.50$) へ取付けのため天端高を下げ出した所から盛土が洗掘され始め、入江奥の護岸断面の変る所で欠潰していた (図-10)。この地区の最高潮位は $T.P. +3.8$ m と推定されるから、欠潰部では主に溢流によつて破壊されたものと考えられる。

図-10 欠潰箇所



入江などでは、海岸よりも高潮が集中する危険があり、侵入波もまだかなりの勢力を保持しているので、入江部の堤防天端高は、前面の海岸堤防よりもむしろ高く設計しておかなければならない位である。

河川においても、名古屋市内の各河川や、半田市の阿久比川、平坂港の平作川などのように、河口から数 km 上流の地点の土堤が欠潰した例も多く、高潮の影響は相当上流にまで及んでいた。

7) 水門及び樋門の危険性

水門や樋門などは、その前面が深掘れしてみお筋を形成し、波当たりが強まる危険がある。また地盤の悪い所は、構造重量の差によつて不等沈下を起し易い。名古屋市南部地区一帯の浸水を招いた庄内川右岸堤防の欠潰もポンプ

写真-6 全面的に破壊された防潮堤

(長島港)



写真-7 仕切壁によつて被害をまめがれた

防潮堤 (四日市市・石原海岸)



場の箇所から始まったと考えられる。この種の水門及び樋門の存在による被害も、各地区においてかなり認められた。

8) 石張り防波堤その他の被災

渥美半島北岸地域では、割栗のマウンドを 100 ～ 200 kg 程度の軽量粗石で張った簡易な防波堤が多く、今回の台風でいずれも被災した。台風時の波高 1.5 ～ 2.0 m の波に対しては全く重量不足であり、特に高潮位に対して天端高が不足していたため、最も弱点の港内側の斜面の張石を波で叩き落されて、崩壊したものである。

この他、伊勢湾沿岸の二三の港では、防波堤上部構造の被災が見られ、今台風による波浪の強烈さを物語っていた。

3. む す び

伊勢湾台風による高潮は、我々の予測以上の規模のものであつたとは言え、高潮防護対策の上で幾多の重大な問題を残して行つた。たとえば、海岸構造物における越波の取り扱いなどもその一つであろう。越波を完全に防ぎ得る高さの天端高を採用するのは経済的に不利と言うことで、比較的低い天端高の構造が用いられて来たが、それにしては越波の破壊力を過小に見てはいなかったであろうか。本報告は、伊勢湾台風による構造物の被災状況の概略を述べたに過ぎないが、調査に際して伊勢湾沿岸各地における越波の激しさが、特に印象に強かつたことを記しておきたい。

終りに、本調査にあたつて多大の御協力を頂いた、愛知県、三重県の関係者各位、並びに名古屋港管理組合を始めとする各港の各位に厚く謝意を表する次第である。
