

建前であったが、この方法は行きづまりつつあり、今後は先行投資によって国が水資源開発を行ない、その後水料金で投資資本を回収するという方向に向かうべきだと考える。需要の見通し、需要者の確定は、需要の発生に関連して非常にむずかしい問題であるが、水資源開発は時間を要する事業であり、やはり国費あるいは低利の財政投融资による先行投資で施設を建設し、水料金で資本を回収しながら水の分配を行なうという方法をとるべきであると考え。

また現在、水資源開発あるいは水道施設の開発を阻害しているのはコストの面であるが、これに対しては、低利資金の調達、確保が肝要である。さらに、今後特に重

点を置くべきことは、開発された水の水質管理あるいは水質規制の問題であり、この対策を十分考慮しなければ開発水の有効性に大きな影響を生ずることは明らかである。

開発上の問題としては、補償問題、既得水利権との調整あるいは一般の不定需要に対する考え方等があるが、基本的には、上述の先行投資による開発方式、低利資金の確保、水質規制の問題が、計画および補償問題の解決以外に、政治的にも、施策的にもなされなければならない大きな問題だと考える。

(筆者・正会員 建設省近畿地建淀川工事事務所所長)

淀川河口部の高潮について

松 本 正

淀川、大和川などの三角洲に発展してきた大阪は、古来から何回となく台風による高潮の災害を被ってきた。これは大阪が元来低湿地帯にあり、大阪湾の最奥部に位置しているという地理的条件に加えて、昭和初頭以来近代産業の発達にともなう各種用水を地下水に依存したために地盤沈下をきたし、その結果西大阪の大半が、いわゆる「海拔ゼロメートル地帯」と化し、高潮被害をより助長することとなったためである。以下に、主として淀川河口部の高潮対策計画について述べる。

1. 大阪における台風と高潮の関係

熱帯に発生した台風は放物線型の進路を描いて日本を襲うが、その進路、方向は過去の統計によると、北から東へと明瞭に転向する性質をもち、東経 128°~130°付近では、その転向点は 7, 8, 9 の各月においてそれぞれ北緯 31°, 28°, 24° であり、しだいに南下している。この事実とわが国の占める位置との関係から日本を襲う台風は 8, 9 月に多いことがわかる。明治 24 年~昭和 33 年(68 年間)に日本および近畿に接近、または上陸した台風の数は、それぞれ 618(うち 8 月—196, 9 月—137), 180(うち 8 月—54, 9 月—58) であり、9 月に日本を襲う台風の約半数が近畿を襲う。これらの中には、第 1, 第 2 室戸、ジェーン台風等がある。大阪湾に異常高潮を起こす台風のコースは大阪湾の軸を台風の右半円が通る場合で上にあげた三つの台風はこれにあたる。湾にお

ける高潮現象は風による吹き寄せ、気圧の低下による水面上昇、暴風による波浪、湾内の強制振動によって起こるが、湾形、水深などの地形的な要素にも関係し、有明海、伊勢湾、東京湾などと同様、南に湾口があるときの湾内特有の現象である。大阪は、北東方向を長軸とする長円形をなす大阪湾の湾奥に位置し、そのうえ、前面水深が浅いため、高潮は大阪に集中的に発生する。

2. 高潮対策事業

先述したごとき地理的条件を持ち、しばしば高潮の被害を受けた大阪において、昭和 9 年の室戸台風による被災を契機として、高潮対策事業の必要性が強調された。しかし、本格的な高潮対策の総合計画が実施されたのは、昭和 25 年のジェーン台風以後であり、市内各河川、運河沿いには防潮堤が建設された。しかしながら、戦後の産業の復興にともなって再び始まった地盤沈下によって、これらの防潮施設も沈下をはじめ、いちじるしく防潮機能が低下したため、昭和 34 年度より、機能復元を骨子とする地盤沈下対策事業が着手され、さらにこの事業は、翌昭和 35 年度から、治水 5 ヵ年計画の一環として、大阪高潮対策事業の名称で実施された。

昭和 36 年、第 2 室戸台風は、こうした工事途上に O.P.+4.12 m に達する高潮をもたらしたため、市内河川、運河沿いの防潮堤は全面的に越水し、大阪に甚大な浸水被害をあたえた。この高潮被害にかんがみ、沈下によっていちじるしく機能が低下しており、緊急施工を必要とする防潮施設を早期に復元させるために緊急 3 ヵ年計画を立て、事業の促進をはかった結果、昭和 39 年度末にはこの計画の完成により、一応防潮施設の機能復元をはかることができた。防潮堤の高さは、上流部で O.P.+4.50 m、中・下流部では O.P.+5.00~6.50 m を有し、第 2 室戸台風級の高潮では、十分その防潮機能を全うすることができる。しかしながら、最近の大阪の社

会、経済情勢を勘案するとき、さらに防潮施設の整備強化を進める必要があり、昭和 40 年度から新治水事業 5 ヶ年計画にもとづいて、伊勢湾台風クラスの台風が満潮時に来襲した場合においても、十分安全に対処できるということを基本方針として防潮施設の整備強化をはかっている。

3. 高潮防御方法

高潮防御の方法としては、現在 4 つの方法が考えられるが、この防御方法のどれを採用するかについては、その防御効果、地域の将来の発展に大きな影響をおよぼすため、地形、経済活動の状況等を考慮して選択しなければならない。以下、西大阪の実状にあわせて検討する。

(1) 防波堤による方法

港前面に防波堤を建設し、この防波堤によって高潮の波力を防ぎ、背後地の被害を軽減するものである。この方法は、昭和 9 年の室戸台風後にとられた方法であるが、市内河川をそ上する高潮を防ぐことが困難であり、大阪のように地盤が低く、わずかの高潮によって被害を受ける所では不適當であることが模型実験においても確認されている。

(2) 浸水区域を全面的に盛土する方法

順調に完成すれば、高潮防御には理想的な方法であるが、施工の際に、① 盛土用の土砂を大量に、近距離の地点で取得できることを必要とし、② 盛土地域内の物件の一時移転のための代替用地を必要とする、③ 工期が長いこと、④ 盛土後の沈下をどう防ぐか……といった問題点があり、全面的な実施は困難である。しかし大阪においても河川を拡張して内港を建設した際、河川のしゅんせつ土砂を用いて、戦争による破壊で、移転物件の少ない地区においては一部盛土が行なわれている。

(3) 地区ごとに防潮堤で囲む方法

防御地域を小さなブロックに分け、河岸を防潮堤でとりまき、低い橋梁は扛上をし、内水排除の施設を整備する。この方法は、河岸に防潮堤を建設するため、用地取得がたやすく、沈下したときもそのかさ上げが容易であるといった利点を有している。このため、昭和 25 年のジェーン台風後、高潮防御方法としてこの方法が採用された。

(4) 海岸堤防による方法

河川の河口部に水門あるいは、閘門を建設する方法は、防潮堤が短縮できるので、尼崎、東京ですでに採

用されている。大阪においては、市内河川の舟運利用が大であり、水門を設けた際、市内河川の河岸堤防の整備を行なわないと、内水によって堤内地が被害をうける可能性があり、また地盤の沈下によって内部護岸の高さが低下すると通常の満潮時にも支障をきたし、このためしばしば水門の開閉を行なわねばならないので、ジェーン台風後の対策事業としては、(3) に述べた小ブロック方式が採用された。しかしながら、昭和 40 年度からの新 5 ヶ年計画では、各河川の中・下流部に防潮水門を設け、それより下流部の堤防については、かさ上げを行なう、大ブロック防潮方式が採用されている。

4. 大ブロック防潮方式

最近の大阪の社会、経済情勢のいちじるしい進展と今後におよぶ地盤沈下を勘案し、また西大阪の低地帯に生活する人々の生命財産を高潮の被害から確実に護ることを考えるとき、決して現在の堤防高では十分とはいえない。このため、昭和 40 年度を初年度とする国の治水事業 5 ヶ年計画にもとづき、伊勢湾台風級の大型台風が満潮時に襲来した場合を想定しても対処できる防潮施設の建設をはかることとなった。この場合、防潮堤は上流部でさらに 1.5 m 以上のかさ上げを必要とし、これにともなう、都心部の橋梁を全面的に扛上することが必要となる。現在の都市の交通事情を考えると、いたずらに工費、工期を要し、その結果、道路形態は悪化し、都市機能は低下する。さらに、市内河川の下流部では沿岸荷役が活況を呈しているが、現在以上にかさ上げすると、荷役機能をいちじるしく低下させる。もちろん、河川下流部に防潮水門を建設し、この位置より、上流への高潮のそ上を防ぐ今回の方法によると、河川流出による内水位の上昇は避けえないが、従来の小ブロック方式により、低地帯の河川筋防潮堤は整備され、水門閉鎖時における内部貯溜がある程度可能であり、もちろん、貯溜できない分についてはポンプによる強制排水を行なうので、内水による堤内地の浸水被害は十分避けうる。水門建設位置は大阪市内主要河川(安治川、正蓮寺川、六軒屋川、尻無川、木津川)の中、下流部であり、この地域については大ブロック方式をとり、これら以外の神崎川地区などについては従来同様小ブロック方式をとる。

5. 防潮施設の計画高

$$\begin{aligned} \text{(計画高)} &= \text{(計画高潮位)} + \text{(波高)} + \text{(河川そ上高)} \\ &+ \text{(水門によるせき上げ高)} \end{aligned}$$

施工高はこれに予想沈下量を加えたものである。

$$\text{(計画高潮位)} = \text{(最大潮位偏差)} + \text{(台風期平均期望潮位)}$$

通常防潮施設の計画高は上の式で与えられる。

(1) 伊勢湾台風が室戸台風のコースを通ると想定したときの潮位偏差の計算が電子計算機を用いて運輸省で行なわれた。それによると、淀川河口：3.11 m, 安治川河口：2.98 m, 堺港：2.91 m, 神崎川河口：3.06 m, 尼崎：2.91 m, 武庫川：2.71 m である。これより最大潮位偏差を一率に O.P.+3.00 m とする。

(2) 天文潮としては、最近 15 年間の潮位記録より、台風期 7~9 月の朔望平均満潮位は O.P.+2.20 m である。したがって、計画高潮位として O.P.+5.20 m が与えられている。

(3) 水門による下流部のせき上げ高は、京都大学防災研究所で行なわれた模型実験により決定した。実験において、実験波形として、第 2 室戸台風安治川河口での観測記録に合致させた時、表-2 の結果(最大値)を得た。

表-2

	安 治 川 (cm)	尻 無 川 (cm)	木 津 川 (cm)
そ上高	20	20	50
水門によるせき上げ高	30	20	20

(4) 波高——(港内波高)は場所により(港外からの侵入波),または(港内で発生する波)で与えられるが、港内で発生する波については S.M.B. 法によって最大潮位時に最大風速 34 m/sec (第 2 室戸台風の最大風速)の 70% の風 24 m/sec が吹くとし、風向 SSW~SW で計算し、堤防への打上げ高として安治川、尻無川で 1.20 m, 木津川 90 cm が求められる。

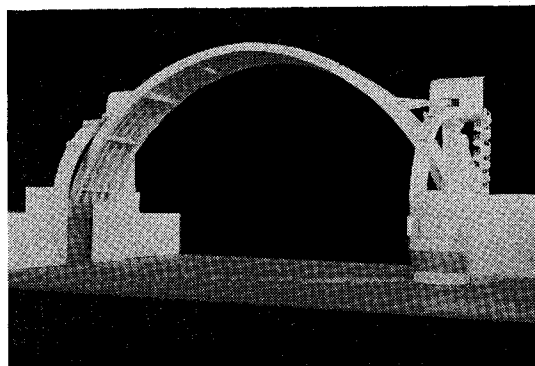
以上の結果を関係各方面と検討し、水門下流部河川筋の計画高として一率に O.P.+6.60 m と決定した。港内で直接海に面する地域は侵入波の影響を考慮して、さらに 1.00~2.00 m 高くし、港内地域で高くできない地区は消波工を設ける方法をとっている。淀川河口部では建設省土木研究所の実験による打ち上げ波高(一部消波工を設置),そ上高などを考慮して O.P.+8.10 m とする。

6. 防潮水門

防潮水門の建設位置はできるだけ下流部が防潮効果の面からもよいが、河口部に建設すると舟運、荷役等の港湾機能を阻害するし、また河床が O.P.-10~11 m となり基礎地盤も悪いといった事情から困難であるので、その設置位置は中、下流に選定されている。水門構造については、各河川の船舶航行頻度、年間荷役量、水門設置位置付近より上流の最大船舶の大きさ等を考慮し、安治川、尻無川、木津川については、主水門(円弧型ゲート)、副水門(スウィングゲート)をうけ、正蓮寺川、六軒屋川では主水門、副水門ともにリフト型ローラーゲートを用いる。

写真-1 安治川、尻無川および木津川に建設されるアーチ式防潮水門の模型

(アーチのスパンは 66m, ゲートの高さは約 12m, スウィングゲートのスパンは 15m である)



円弧型ゲートは耐震性、架設、悪地盤、耐風性等においてすぐれ、扉体鋼重もリフト型ローラーゲートに比較して 50% 方少なく、船舶航行のためのクリアランスも大きく有利である。副水門は主水門を補なって水位調整、船舶の退避等に使用される。水門閉鎖時に必要な排水施設としては、

水門閉塞水位 O.P.+2.50 m (計画値)

水門開放水位 O.P.+3.50 m (計画値)

とし、内部貯溜量は水位にして +1.00 m とする。過去の統計によれば、大型の高潮台風では、高潮来襲までの前期降雨は少なく、既往最大降雨を示すジェーン台風でも総降雨量 64.7 mm, 時間最大 19.8 mm 程度であり、これも台風通過時の雨量である。安治川に流入する河川は寝屋川その他市内河川であるが、いま寝屋川流域について、将来の都市化を考慮して、流出係数を 0.85 とし、ジェーン台風の降雨を全流域に降らせたとして水門閉鎖時の排水量を計算すると、水門閉鎖時間 3 時間のときには 296 m³/sec, 4 時間のときには 304 m³/sec を平均的に排水しなければならないことになる。この排水ポンプの能力については今後詳細に検討を行なって計画する方針であるが、原則的には、上流からの流出状況の変化を考慮して逐次増強していく方針である。

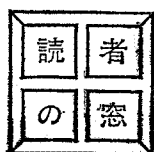
7. 地盤沈下

大阪の地盤沈下は、昭和 9 年の室戸台風の高潮で西大阪一帯が浸水災害を受けたのを契機にその重大性がクローズアップされ、原因究明のため、水準基標や観測井が設けられ、沈下量と地下水位の観測が行なわれてきた。大阪の地盤沈下の経年変化をみると、昭和 10 年~17 年の戦争による工業生産の増大にともなって地下水の汲み上げが増加し、そのため激しい地盤沈下が起こって年間沈下量の最大は 15 cm に達していた。その後 18 年~25

年は戦災によってほとんどの工場が休止状態となり、地下水の汲み上げが非常に少なかったので、地盤沈下は停止していた。しかるに、25年の朝鮮動乱を契機として、経済成長にともなう工業生産の飛躍的増大は水に対する急激な需要増大となって現われ、工業用の地下水の汲み上げが急増し、その上、経済状態の好転により、ビル街の冷房用などの地下水の使用も増加したため、地盤沈下もまた激しさを加え、それがそのまま36年の第2戸

台風の水害となって現われたのである。地盤沈下量の年変化、週変化、日変化をみると地下水汲み上げと明瞭な相関関係を持っていることから、沈下を止める根本策として、32年以後、各種の地下水汲み上げ規制がなされてきた。この結果、沈下の鈍化傾向は特に最近著しく、ようやく規制措置が実効を現わしており、将来に明るい希望を抱かせている。

(筆者・正会員 大阪府土木部高潮課長)



フィレンツェ洪水 池谷 泉

昨年11月4日にイタリア各地に洪水が発生し、特にフィレンツェでは市およびルネサンス文化をほこる数々の美術品に多大の損害があったことは、すでに新聞などに報ぜられています。筆者は欧州旅行中たまたまフィレンツェでこの洪水に遭遇して、当時の様子を見て来ました。フィレンツェ市は2つの丘にはさまれた低地にあり、その中をアルノ河が流れています。この河は、全長241km、流域面積8247km²でイタリア第8位(第1位は、ポー河の652km)です。フィレンツェの上流部の扇状地に数本の支流があり、それらが1本となってから

写真-1 被災したフィレンツェ市

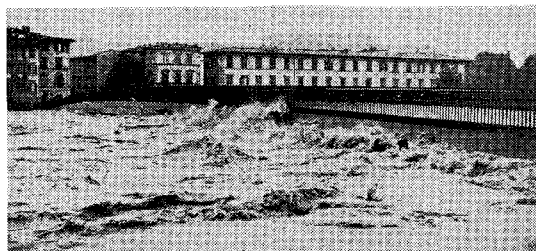


写真-2 同上



フィレンツェ付近で一番狭い河幅(50~60m)になっています。報告によると今回はその扇状地一帯に、190mm/日の降雨(年平均は823mm/年)があり、いかにその時の規模が大きかったかがわかります。公共企業省のマツシェ工博の推定によると、当日の流速は68km/時、4日の午後2~4時の間には、1880~2100m³/秒の流量があったであろうとのことです。死者については、フィレンツェでは108人、イタリア全体で180人と伝えられています。過去の洪水歴をみますと、1333年11月4日に市内で4.22m、1557年9月23日に3.50mそして奇しくも1333年の洪水と同月同日に、4.45mという史上最高水位が発生した次第です。洪水の市内流入については、アルノ河の堤防決壊、およびポンテ・ヴェッキオとよばれるローマ時代に建設され、1333年の洪水の時流失したものの再建され、以来当時の姿のままの回廊橋が、今回は皮肉にもダムへの働きをしたことも原因の一つともいわれています。なお第2次大戦中ドイツ軍によって破壊された橋は原型通りに、またはプレストレストコンクリートによっても再建されています。洪水前後の状況(写真-1、2)と筆者の滞在中のホテルから見

写真-3 最高水位頃の状況



た最高水位頃の模様は、写真-3のごときものです。洪水が3日連休の第1日に発生し、しかも洪水など想像すらしていなかった市民の驚きと対策不備は、かなりの混乱をまねき一時は食料、飲料水の不足もきたしましたが、イタリア人や同泊の各国人の国境を越えた協力振り、特に“経験豊かなる”オランダ人夫妻の適切なる注意と行動には、筆者も学ぶ点がありました。帰国後、その折に知り合った人々からのクリスマスカードを机上に見た時、水のとりもつ、水臭くない、友情を一入感じた次第です。

(筆者：学生会員 早稲田大学大学院)