

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1078

July 2019

大阪湾沿岸の港湾地域における台風1821号に伴う 高潮等の調査報告

辻澤伊吹・里村大樹・本多和彦・鮫島和範・菅原法城

Damage to Port Areas along Osaka Bay due to Some Surge and Waves of Typhoon 1821

Ibuki TSUJISAWA, Daiki SATOMURA, Kazuhiko HONDA, Kazunori SAMESHIMA,
Noriki SUGAHARA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

大阪湾沿岸の港湾地域における台風1821号に伴う高潮等の調査報告

辻澤伊吹*・里村大樹**・本多和彦**・鮫島和範***・菅原法城****

要 旨

2018年9月4日、台風1821号は大阪湾を湾の長辺に沿って横断し、その後、日本海に抜け、温帯低気圧に変化した。この台風によって、大阪湾を中心に強風、越波及び高潮による大きな被害が発生した。大阪港、阪南港、堺泉北港、神戸港、尼崎西宮芦屋港、和歌山下津港では、港湾施設への被害のほか、堤外地への浸水被害も発生したため、それらの状況を把握することを目的とし、浸水痕跡測定の現地調査をおこなった。また、台風1821号について大阪湾での高潮の動きを把握することを目的に、数値解析も実施した。

キーワード：台風、高潮、波浪、浸水、現地調査

- * 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室 研究員
- ** 沿岸海洋・防災研究部 主任研究官
- *** 国土交通本省 航空局 安全部安全企画課 空港安全室長
(前 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長)
- **** 港湾研究部 港湾施設研究室 研究官

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail：ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

Damage to Port Areas along Osaka Bay Induced by Storm Surge and Waves of Typhoon 1821

Tsujisawa IBUKI*
Satomura DAIKI**
Honda KAZUHIKO**
Sameshima KAZUNORI***
Sugahara NORIKI****

Synopsis

On September 4, 2018, Typhoon 1821, designated “Jebi,” skirted Osaka Bay in the direction of the length, before entering the Sea of Japan, where it became a post-tropical cyclone.

At the Osaka Port, the Hannan Port, the Sakai Senboku Port, the Kobe Port, the Amagasaki Nishinomiya Ashiya Port, and the Wakayama Shimotsu Port, port facilities were damaged and waterside land was flooded.

A field survey, inundation trace survey, was conducted for the purpose of grasping the extent of damage. In addition, numerical simulations on storm surge were carried out to reproduce storm surge behavior in Osaka Bay

Key words: typhoon, storm surge, wave, inundation, field survey

* Research Engineer, Coastal, Marine and Disaster Prevention Department

** Senior Researcher, Coastal, Marine and Disaster Prevention Department

*** Head of Airport Safety Office, Aviation Safety and Security Planning Division, Aviation Safety and Security Department, Civil Aviation Bureau

**** Researcher, Port Facilities Division, Port and Harbor Department

3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone: +81-46-844-5019 Fax: +81-46-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

目 次

1. まえがき	1
2. 台風 1821 号の概要	1
3. 調査対象港湾の概要	2
3.1 大阪港	2
3.2 阪南港	2
3.3 堺泉北港	3
3.4 神戸港	3
3.5 尼崎西宮芦屋港	3
3.6 和歌山下津港	3
4. 現地調査概要	4
5. 現地調査結果	4
5.1 大阪港及びその周辺地域	4
5.2 阪南港及びその周辺地域	5
5.3 堺泉北港及びその周辺地域	5
5.4 神戸港及びその周辺地域	6
5.5 尼崎西宮芦屋港及びその周辺地域	7
5.6 和歌山下津港及びその周辺地域	7
6. 高潮数値解析	8
6.1 台風モデル	8
6.2 流体解析モデル	9
6.3 解析解像度	9
7. 解析結果	9
8. まとめ	11
謝辞	11
参考文献	11
付録 A 調査個所の状況	13

1. まえがき

気象庁は1951年から現在に至るまで、台風に関する統計資料を公表している。図1-1及び図1-2に各年の台風の発生数及び日本上陸数と、それらの平均値を示す。統計資料が公表されている1951年から2018年までの全期間の平均値はそれぞれ26.15個及び2.86個であった。これに対し、2018年の台風の発生数及び日本上陸数は29個及び5個であった。これらを比較すると、2018年は台風の発生数は全期間と比較して1.1と少し多い程度であったが、日本上陸数は全期間と比較して1.74と大きく上回ったことがわかる。また台風の上陸数については、1951年から2018年までの全期間の平均値と、直近5年間の平均値を比較すると、全期間の平均上陸数が2.86個であるのに対し、直近5年間では4.60個であり、近年は日本に上陸する台風の数が平均して多いことがわかる。

本稿では、2018年に発生し、大阪湾内の港湾を中心に大きな被害をもたらした台風1821号について、高潮や越波による港湾地域への被害状況の関する現地調査を実施した結果を報告する。また、台風接近時の大阪湾内における高潮の挙動について、数値解析を実施したため、その解析結果についても併せて報告する。

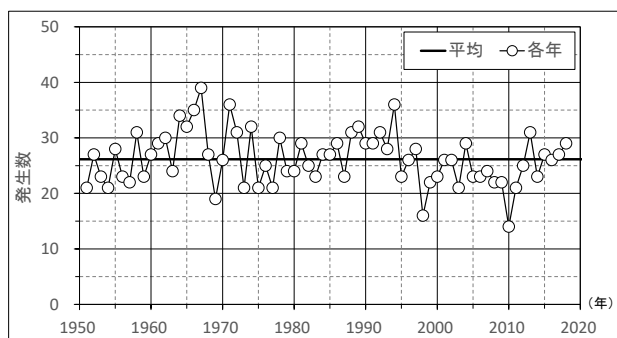


図 1-1 台風の発生数

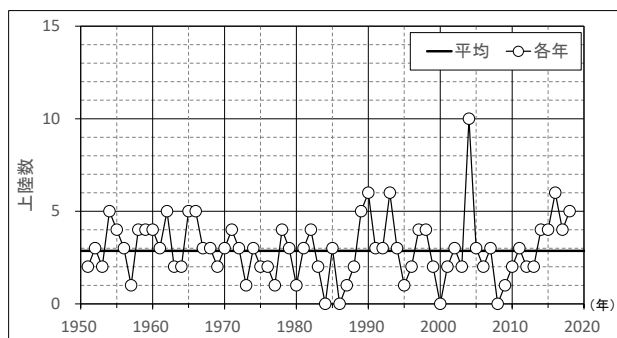


図 1-2 台風上陸数（日本）

2. 台風1821号の概要

台風1821号は、2018年9月4日に非常に強い勢力で徳島県に上陸したのち、近畿地方を縦断し、その後日本海を北上して9月5日9時頃に温帯低気圧へと変化した。日本付近における台風1821号の経路図を図2-1に示す。台風が非常に強い勢力を保ったまま上陸することは、1993年の台風13号以来25年ぶりの出来事だった。この台風が大阪湾を通過した時点（9/4 13:00頃）の中心気圧は955hPaであり、過去に同規模の台風が大阪湾内を通過したのは1961年の第二室戸台風（937hPa）がある。

台風1821号は、風雨による被害のほか、高潮による沿岸部の被害が大きかった。大阪湾は水深が浅く、閉鎖的な海域であることから高潮が発達しやすい。さらに台風の危険半円側が大阪湾の長辺に沿うように移動したほか、上陸時間が当日の満潮時間に近い時間であったことといった複数の要因が重なり、大阪湾内の複数の地点で既往最高の潮位を観測した。図2-2に大阪港での潮位記録を示す。潮位記録については、海上保安庁が公開している潮汐実況の実測値を東京湾平均海面（TP）に換算したものである。

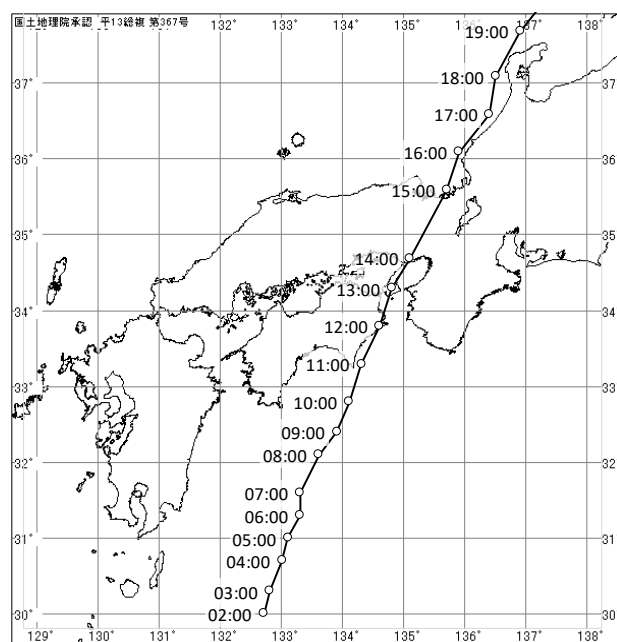


図 2-1 日本付近における経路図（台風1821号）

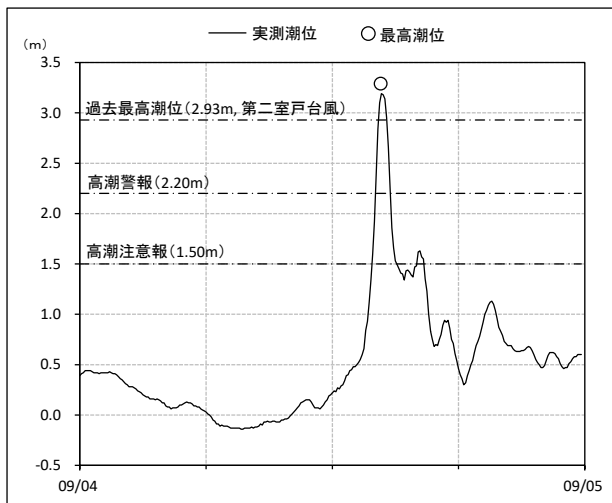


図 2-2 潮位記録（大阪）（T.P. 基準）



図 3-1 調査対象港湾の位置図
（地理院地図を加工して作成）

3. 調査対象港湾の概要

一般に、閉鎖性の高い海域での沿岸では地形により波浪を遮断する効果があるが、吹き寄せによる高潮が発達しやすい。一方、外洋に面した沿岸では強風による風波や、強風によって発生して沖合の海域から伝播してくるうねりによる影響が大きくなる。

図3-1に、現地調査を実施した大阪港、阪南港、堺泉北港、神戸港、尼崎西宮芦屋港、和歌山下津港の位置を示す。調査対象の6港湾のうち、大阪港、阪南港、堺泉北港、神戸港、尼崎西宮芦屋港は大阪湾に、和歌山下津港は紀伊水道にそれぞれ位置する。

大阪湾は、一方は明石海峡（幅約4km）を通じて播磨灘につながっており、もう一方は紀淡海峡（幅約7km）を通じて紀伊水道につながっている。外洋との接続は他になく、閉鎖性の高い海域といえる。また大阪湾は平均水深も浅いことから、吹き寄せによる高潮が発達しやすい。

一方で紀伊水道は、太平洋に向けて南に開けており、閉鎖性の高い海域に比べて強風による風波やうねりによる影響を受けやすい。

以降の各節では、調査対象港湾の概要について述べる。

3.1 大阪港

大阪港の港湾区域を図 3-2 に示す。大阪港は、大阪都市圏及び近畿圏を背後に擁していることから、日本の主要な国際貿易港としての役割を担っている。大阪港は前出の図 3-1 に示すとおり、大阪湾の中でも湾奥に位置する港湾である。



図 3-2 大阪港港湾区域
（地理院地図を加工して作成）

3.2 阪南港

阪南港の港湾区域を図 3-3 に示す。阪南港は岸和田市、貝塚市、泉北郡忠岡町の約 7km にわたり、重要港湾として内貿の拠点機能を担っている。阪南港は前出の図 3-1 のとおり、大阪湾東部のほぼ中央に位置している。



図 3-3 阪南港港湾区域
(地理院地図を加工して作成)

3.3 堺泉北港

堺泉北港の港湾区域を図 3-4 に示す。堺泉北港は堺市、高石市、泉大津市の約 14km に渡り、国際拠点港湾として国際的な総合物流拠点に位置付けられている。

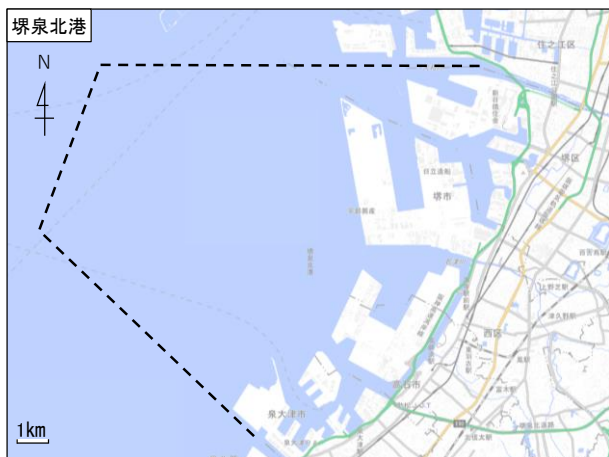


図 3-4 堺泉北港港湾区域
(地理院地図を加工して作成)

3.4 神戸港

神戸港の港湾区域を図 3-5 に示す。神戸港は、神戸市の約 20km に渡る国際戦略港湾である。大阪港と同じく日本の主要な国際貿易港としての役割を担っている。



図 3-5 神戸港港湾区域
(地理院地図を加工して作成)

3.5 尼崎西宮芦屋港

尼崎西宮芦屋港の港湾区域を図 3-6 に示す。尼崎西宮芦屋港は尼崎市、西宮市、芦屋市の約 10km に渡る重要港湾である。背後に阪神高速道路湾岸線を有するほか、西側は神戸港、東側は大阪港に隣接しており、阪神工業地帯の中心に位置する国内物流の拠点としての役割を担っている。



図 3-6 尼崎西宮芦屋港港湾区域
(地理院地図を加工して作成)

3.6 和歌山下津港

和歌山下津港の港湾区域を図 3-7 に示す。和歌山下津港は、和歌山市、海南市、有田市の約 22km に渡る国際拠点港湾である。大阪湾の湾口に位置し、関西国際空港、近畿自動車道、京奈和自動車道を有することから、海陸空の交通が交わる要所となっている。



図 3-7 和歌山下津港港湾区域
(地理院地図を加工して作成)

4. 現地調査概要

台風1821号による高潮・波浪等による港湾区域及びその周辺地域の被害について、大阪港、阪南港、堺泉北港、神戸港、尼崎西宮芦屋港及び和歌山下津港を対象に浸水痕跡等の測量調査及び現地踏査を実施した。

浸水痕跡の測量調査においては、レーザー距離計 (Laser Technology 社製 Impuls200) を用いた水準測量を行った。調査時点の海面水位より、地盤高及び浸水痕跡から確認した浸水位置を測量し、調査時の検潮記録から浸水深 (T.P. 基準) を求めた。現地調査は、2018年9月5日に神戸港と大阪港、6日に大阪港と尼崎西宮芦屋港、12日に和歌山下津港、13日に堺泉北港、14日に大阪港と阪南港、26日に和歌山下津港、27日に尼崎西宮芦屋港をそれぞれ調査した。

5. 現地調査結果

5.1 大阪港及びその周辺地域

大阪港では、夢洲地区の夢洲コンテナターミナル及び南港地区のフェリーターミナルについて浸水痕跡及び被害状況の調査を行った。大阪港における調査地点の位置図を図 5-1 に示す。

大阪港のある大阪市では、台風 1821 号に伴う死者が 3 名、住宅被害が 7,325 件という甚大な被害をもたらし、港湾地域においてもコンテナ 28 個が流出、上屋の屋根・窓ガラス等の損傷 (88 棟中 58 棟) などの大きな被害があった。

台風 1821 号が来襲した際の最高潮位は大阪港内の検

潮所において T. P. +329cm を記録した。これは既往最高の潮位記録である第 2 室戸台風接近時よりも 36 cm 高い。また、最も近傍の大阪管区気象台に設置された風速計では最大瞬間風速 47.4m/s を記録した。

夢洲地区のコンテナターミナルでは、多数の空コンテナの散乱(写真 5-1)及びトランスファークレーンの倒壊(写真 5-2)が確認された。トランスファークレーンは 1 台が強風により逸走し、他のクレーンを巻き込んで倒壊したと思われる。

南港地区のフェリーターミナルでも空コンテナの倒壊が確認されたほか、強風によりフェリーへ接続するボーディングブリッジが倒壊した(写真 5-3)。南港地区においては 0.5m から 0.6m 程度の浸水深が確認された。



図 5-1 大阪港調査位置図
(地理院地図を加工して作成)



写真 5-1 空コンテナ散乱 (大阪港)



写真 5-2 トランスファークレーン倒壊（大阪港）



図 5-2 阪南港調査位置図
(地理院地図を加工して作成)



写真 5-3 ボーディングブリッジ倒壊（大阪港）



写真 5-4 フェンス倒壊（阪南港）

5.2 阪南港及びその周辺地域

阪南港では、木材港地区、二色地区、貝塚旧港地区において浸水痕跡及び被害状況の調査を行った。阪南港における調査地点の位置図を図 5-2 に示す。

貝塚旧港地区においては、0.2m から 0.4m の浸水深が確認されたが、岸和田地区と二見地区では浸水は確認されなかった。他の地区と同様に、フェンス・上屋等への強風による被害が確認された(写真 5-4)。

5.3 堺泉北港及びその周辺地域

堺泉北港では、助松埠頭、汐見埠頭、小松埠頭の浸水痕跡及び被害状況の調査を行った。堺泉北港における調査地点の位置図を図 5-3 に示す。助松埠頭において 0.1m から 0.5m の浸水深が、汐見埠頭において 0.1m から 0.2m の浸水深が、小松埠頭において、0.1m の浸水深がそれぞれ確認された。また、他の地区と同様に上屋等への強風による被害が確認された(写真 5-5)。



図 5-3 堺泉北港調査位置図
(地理院地図を加工して作成)



図 5-4 神戸港調査位置図
(地理院地図を加工して作成)



写真 5-5 上屋への被害 (堺泉北港)



写真 5-6 コンテナ火災 (神戸港)

5.4 神戸港及びその周辺地域

神戸港では、被害状況の調査のみを行った。神戸港における調査地点の位置を図 5-4 に示す。

ポートアイランド地区の南側では、高潮による浸水被害は確認されなかった。2018 年台風 21 号 Jebi 沿岸災害調査団 (2018) 土木学会海岸工学委員会の、痕跡データ一覧によると、六甲アイランド地区においては、高潮による最大 1.8m の浸水深が記録された。また、一部の突入りコンテナから貨物の火災が発生したほか(写真 5-6)、強風により多数の空コンテナが散乱した(写真 5-7)。

設備システムに対する被害としては、RC2 ガントリークレーンの電源機能が喪失する等の被害があった(写真 5-8)。

また、神戸港のナウファスの有義波高は既往最高を更新した。

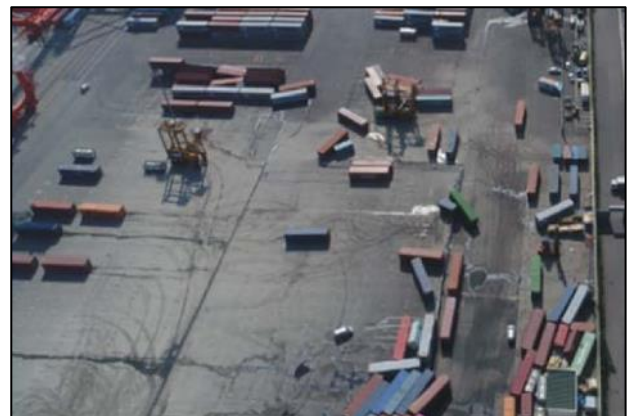


写真 5-7 コンテナ散乱状況 (神戸港)



写真 5-8 ガントリークレーン電源施設被害（神戸港）

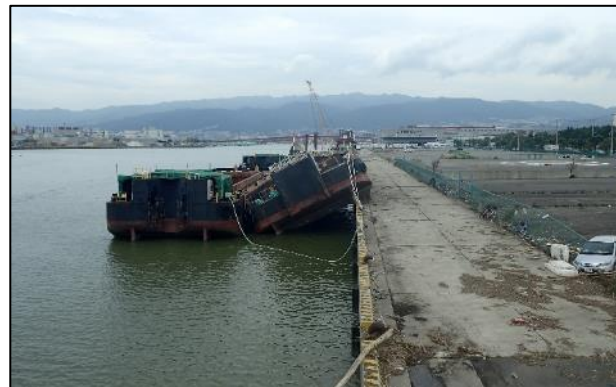


写真 5-9 台船の座礁（尼崎西宮芦屋港）

5.5 尼崎西宮芦屋港及びその周辺地域

尼崎西宮芦屋港では、被害状況の調査のみを行った。尼崎西宮芦屋港における調査地点の位置を図 5-5 に示す。

高潮等による影響により、甲子園浜地区において、台船が岸壁に乗り上げる被害が確認されたほか(写真 5-9)、甲子園地区において、護岸の倒壊・台船と橋脚の衝突が確認された。(写真 5-10)

西宮地区において、陸開の湾曲が確認されたが、越流している痕跡は確認できなかった。

西宮地区においては、検潮所の潮位記録が既往最高を更新したほか、多くの住宅に浸水被害が生じた。浸水した箇所の周囲の護岸における潮位・波高は、過去最高を上回っていた可能性があるが、潮位は護岸天端高に比べ低く、浸水は越波によるものと考えられる。



写真 5-10 台船が橋脚に衝突（尼崎西宮芦屋港）



図 5-5 尼崎西宮芦屋港調査位置図
(地理院地図を加工して作成)

5.6 和歌山下津港及びその周辺地域

和歌山下津港では、港湾区域内の浸水痕跡及び被害状況の調査を行った。和歌山下津港における調査地点の位置図を図 5-6 に示す。西浜地区の浸水深は、0.4m から 1.7m であった。

西浜地区においては、倉庫上屋の防潮扉が破壊する被害が確認されたほか(写真 5-11)、SOLAS フェンス沿いの側溝の散乱(写真 5-12)、強風によりガントリークレーンが捻じれて使用不可となる被害などが確認された。雑賀崎地区では、越波が二線堤に直撃あるいは飛び越えたと考えられる。導水管の並ぶ弱線に沿って堤体の破断が確認された。(写真 5-13)。また護岸の背後地区において、波浪による浸水が発生した。

また、和歌山下津港においては検潮記録と実際に観測された痕跡高との差が顕著であった。検潮所は和歌山市湊青岸に設置されており、調査を行った地点からは 1km から 2km ほどしか離れていない。しかし、検潮所で観測された最高潮位が T.P.+2.01m であったのに対して、調査により確認された痕跡高は T.P.+3.01m から 4.11m と 1.00m 以上の乖離があった。これは、和歌山下津港が外

洋に面していることから、波浪による影響が大きく出たことが考えられる。浸水痕跡の調査を行う際には、波浪の影響を受けにくい場所の痕跡を選ぶことも重要である。

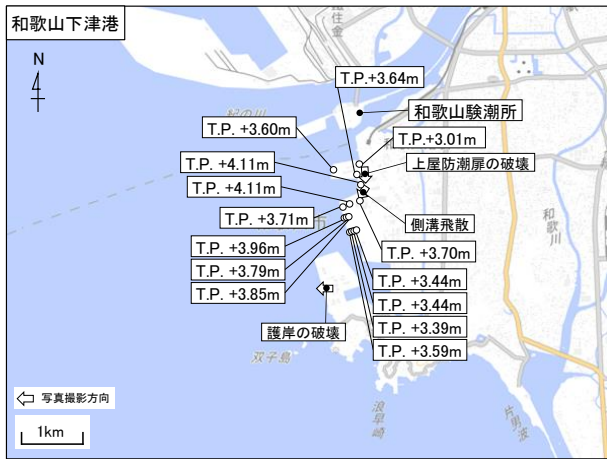


図 5-6 和歌山下津港調査位置図 (地理院地図を加工して作成)



写真 5-11 上屋防潮扉への被害 (和歌山下津港)



写真 5-12 側溝の散乱 (和歌山下津港)



写真 5-13 越波による堤体の破断 (和歌山下津港)

6. 高潮数値解析

6.1 台風モデル

今回の高潮数値解析には、気象庁による台風 1821 号の速報値を、気象官署の気圧値を用いて補正した台風情報を用いた。ただし、地形の影響や台風構造の歪み等は考慮していない。

台風のモデルには経験的台風モデルを採用することとし、台風の海面気圧分布は同心円と仮定し、式 6.1 に示す Myers の式で与えた。なお、数式における各記号については後述の記号表を参照されたい。

$$p(r) = p_c + \Delta p \exp\left(-\frac{r_0}{r}\right) \quad (6.1)$$

本稿で用いた経験的台風モデルは、等圧線上の気圧傾度力、コリオリ力、遠心力のつり合いによる傾度風に起因する海上風と、台風の移動に起因する海上の場の風をベクトル合成するものである。

6.2 流体解析モデル

吸い上げ効果及び海上風による風応力によって発生する吹き寄せ効果を評価する。気圧や風の時間的な変化による効果を再現するためには、海面の流体運動を評価する必要がある。高潮は、水深と比較して波長が非常に大きい現象であることから、海底から海面までの流速分布が一様であると仮定できる。

本検討では、これらの仮定から得られる非線形長波モデルを用いて高潮偏差の時間変化を算出した。なお、海面応力の算出に必要な海面抵抗係数 C_d は、本多・光男(1980)による式(6.2)を用いた。

$$C_d = \begin{cases} (1.290 - 0.024W)/10^3 & (W < 8) \\ (0.581 + 0.063W)/10^3 & (W \geq 8) \end{cases} \quad (6.2)$$

6.3 解析解像度

解析の空間解像度(計算格子)については、1辺25mとした。これについては各港湾地域共通である。

7. 解析結果

大阪湾内に位置する、大阪港、阪南港、堺泉北港、神戸港、尼崎西宮芦屋港における最大高潮偏差の解析結果をそれぞれ図7.1から図7.5に示す。

解析結果から、台風の接近に伴って海水が紀伊水道から大阪湾へと流入し、湾奥に向けて高潮が発達したことが確認された。この結果は、大阪検潮所、尼崎検潮所など、湾奥に近い検潮所ほど潮位が高かった結果とも整合する。

また神戸港での結果(図7-4)から、同じ港湾内においても0.7m程度の大きな潮位差が生じていることがわかる。

図7-6は、台風1821号の接近時に各検潮所で観測された最高潮位と、検潮所所在地の解析結果を比較したものである。最も差が大きかった岸和田検潮所では0.55mとなり、それ以外の地点は0.1mから0.2mの差が生じた。阪南港での差が大きくなった原因としては、大阪湾の湾奥と湾口で最大潮位が発生した時刻が異なることが関係していると考えられる。気象庁所管の検潮所における最大潮位発生時刻を表7-1に示す。岸和田検潮所については最大潮位偏差が発生した時刻は公開していないため、最も近隣の検潮所(淡輪検潮所)との比較とする。

最大潮位偏差が発生した時刻は、湾奥に位置する大阪検潮所、神戸検潮所では、それぞれ14:18、14:09である。台風が神戸市に上陸した時刻が14:00ごろであるため、台風がほぼ最接近した時点で最大潮位を記録したこと

がわかる。一方でより湾口側に位置している淡輪検潮所では、15:10に最大潮位偏差を記録しており、台風通過後である。これは台風の通過に伴い湾奥へ押し寄せた海水が、再び湾口側へ戻る時刻に、阪南港へ吹き寄せる風が作用したためであると推測される。

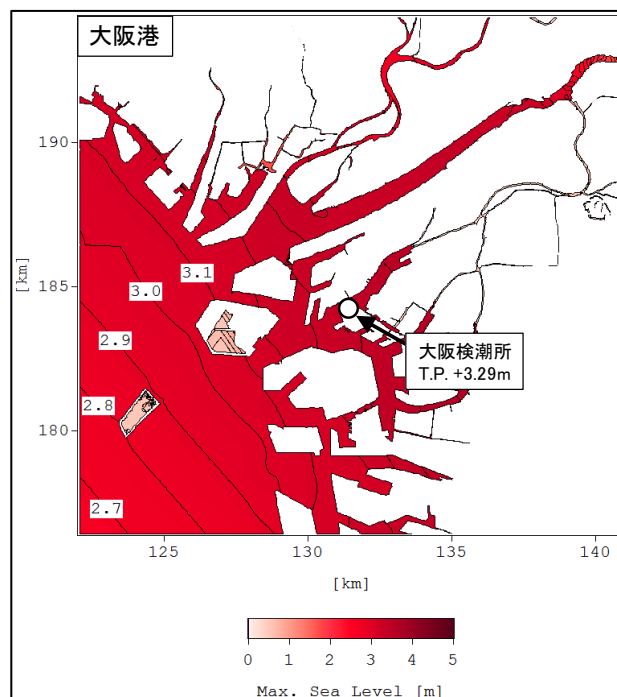


図 7-1 解析結果 (大阪港)

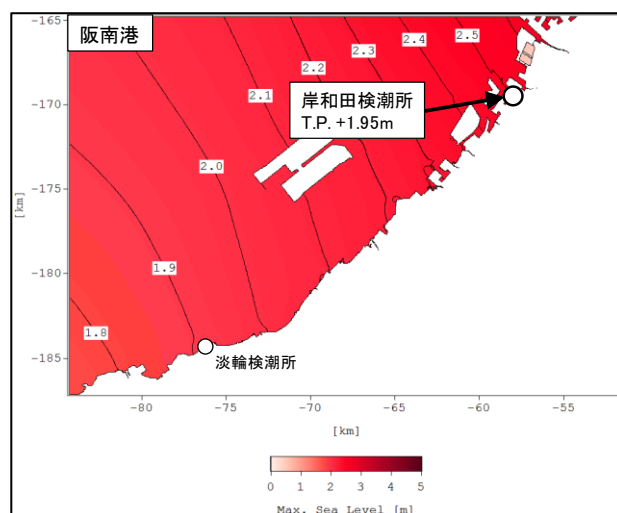


図 7-2 解析結果 (阪南港)

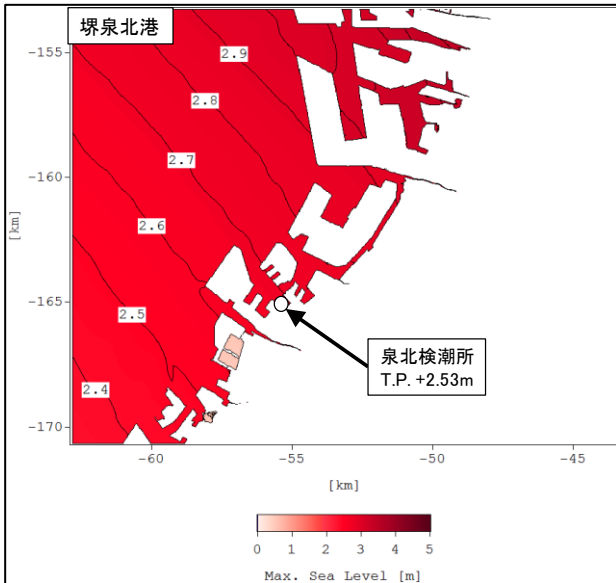


図 7-3 解析結果（堺泉北港）

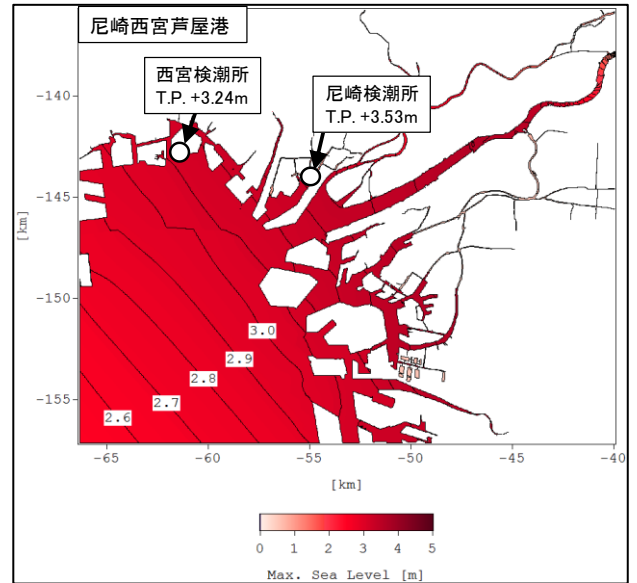


図 7-5 解析結果（尼崎西宮芦屋港）

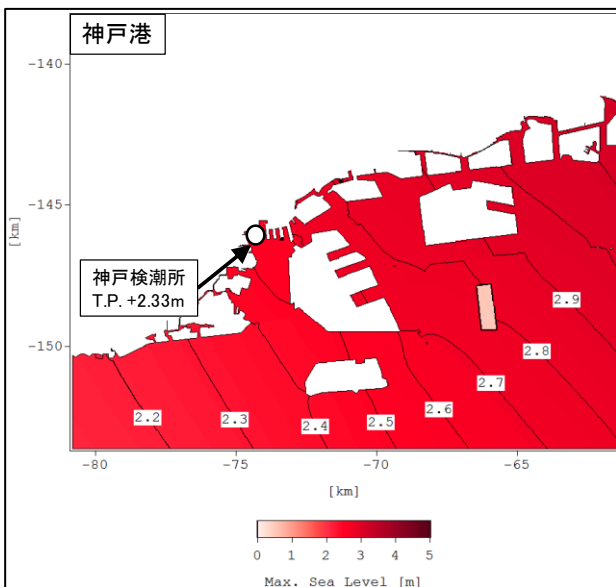


図 7-4 解析結果（神戸港）

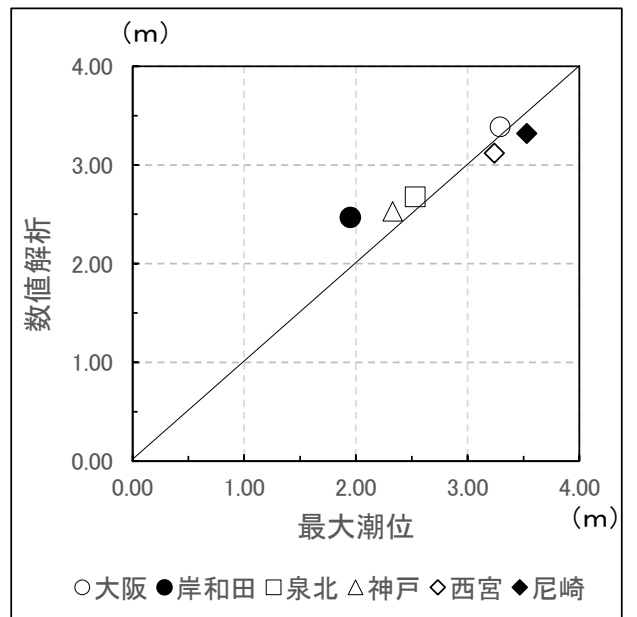


図 7-6 解析結果と最大潮位の比較

表 7-1 気象庁検潮所における最大潮位偏差発生時刻

検潮所名	時刻
大阪	14:18
神戸	14:09
淡輪	15:10

8. まとめ

大阪港に台風が接近した時間は、当日の満潮に近い時間であったが、時期としては小潮の時期にあたる。仮に大潮の満潮時に、今回の台風が来襲した場合、潮位としてはさらに 0.5m ほど高いものとなり、より大きな浸水被害が発生する可能性もあった。

なお、本研究における数値解析は、大阪湾内における高潮の動きを面的に再現することを目的としている。波浪の影響が大きい地点等では解析結果と実際の浸水深に差が生じる場合があるため、結果の取り扱いには注意されたい。

謝辞

現地調査の実施及び資料収集にあたり、近畿地方整備局港湾空港部、近畿地方整備局和歌山港湾事務所、近畿地方整備局大阪港湾・空港整備事務所の皆様にご協力をいただきました。また、(国研)海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所の河合弘泰海洋情報・津波研究領域長に、貴重な台風の実績データを提供して頂きました。ここに記して、深くお礼を申し上げます。

参考文献

気象庁：過去の台風資料

<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/index.html>,
2019年5月21日時点

海上保安庁：潮位実況

https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TIDE/real_time_tide/sel/index.htm, 2018年9月5日時点

気象庁：台風第21号による暴風・高潮等

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180911/20180911.html>, 2019年5月21日時点

国土地理院：地理院地図

<https://maps.gsi.go.jp/#7/38.367502/134.516602/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=vl>,
2019年5月21日時点

2018年台風21号 Jebi 沿岸災害調査団 (2018) 土木学会
海岸工学委員会：痕跡データ一覧,

<http://www.coastal.jp/>, 2019年5月21日時点

国土交通省：港湾取り扱い貨物量ランキング,

https://www.mlit.go.jp/statistics/details/port_list.html,
2019年5月21日時点

大阪市：台風21号に関する被害状況等について

<http://www.pref.osaka.lg.jp/shobobosai/20180903taifu21/higai.html>, 2019年5月21日時点

近畿地方整備局：大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会

<http://www.pa.kkr.mlit.go.jp/information/takasiotaisaku.html>, 2019年5月21日時点

本多忠夫・光易 恒(1980)：水面に及ぼす風の作用に関する実験的研究, 第27回海岸工学講演会論文集, pp.90-93.

記号表

p_c : 台風の中心気圧

p_∞ : 無限遠点の気圧

Δp : 気圧深度($= p_\infty - p_c$)

r : 台風の中心からの距離

r_0 : Myers の気圧分布における強風半径(気圧傾度が最大となる半径)

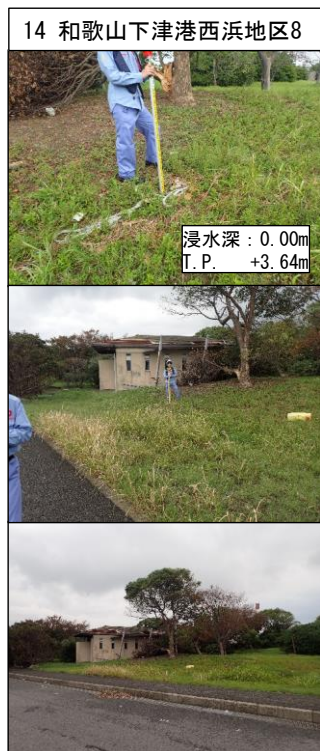
W : 海上風速

こくそ
付録A 調査個所の状況

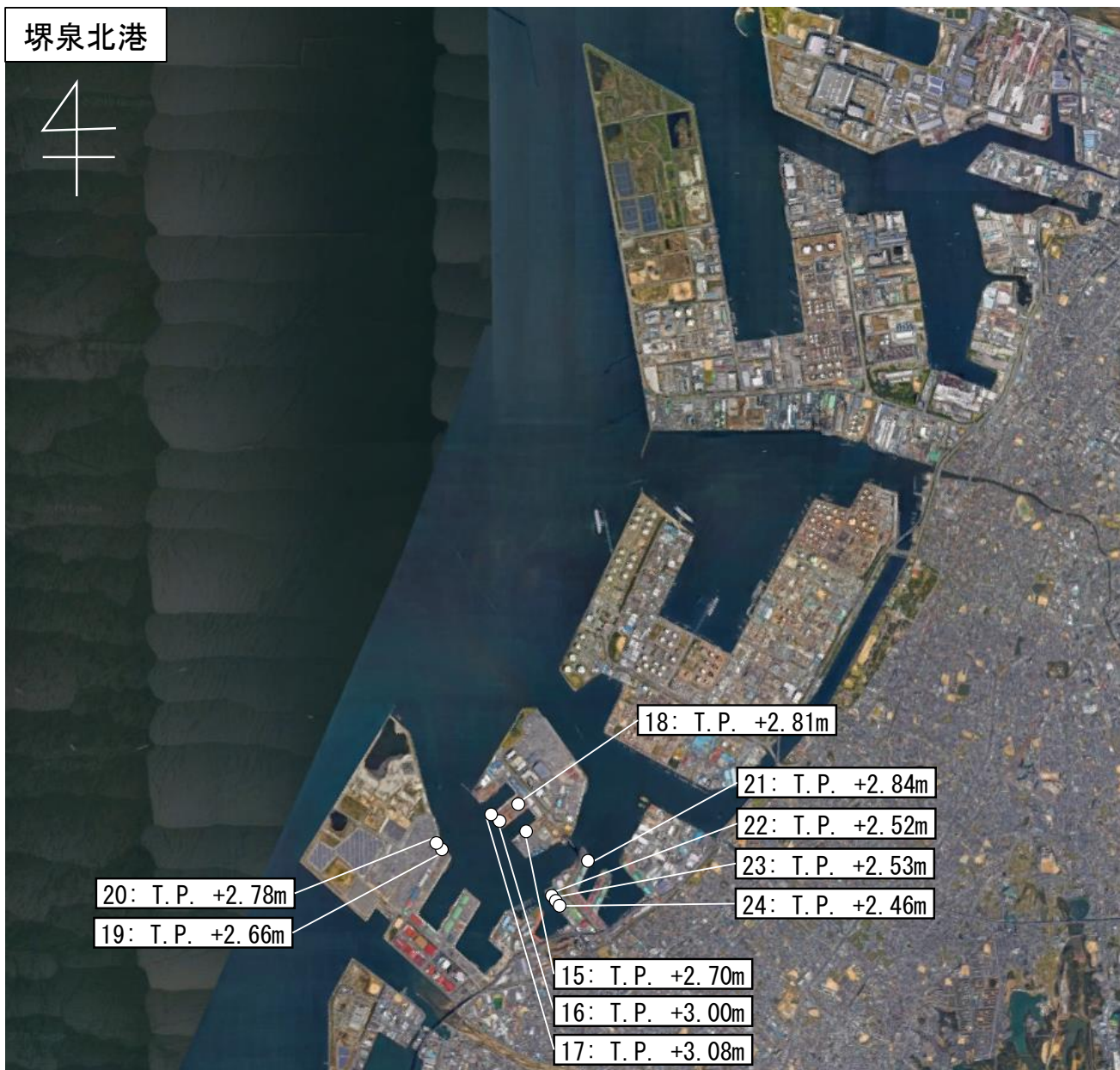


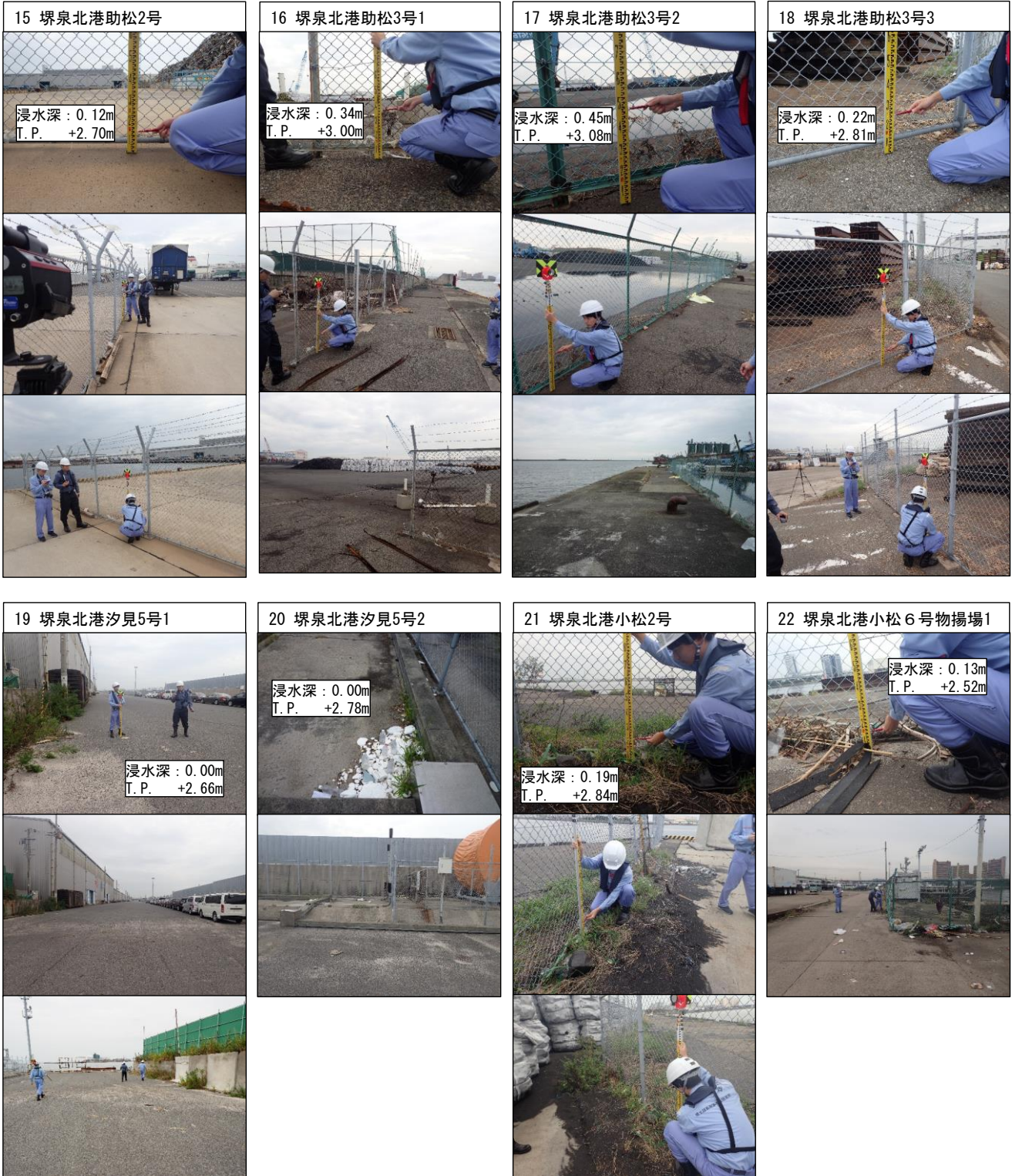


平成 30 年 9 月 12 日撮影



平成 30 年 9 月 12 日 撮影

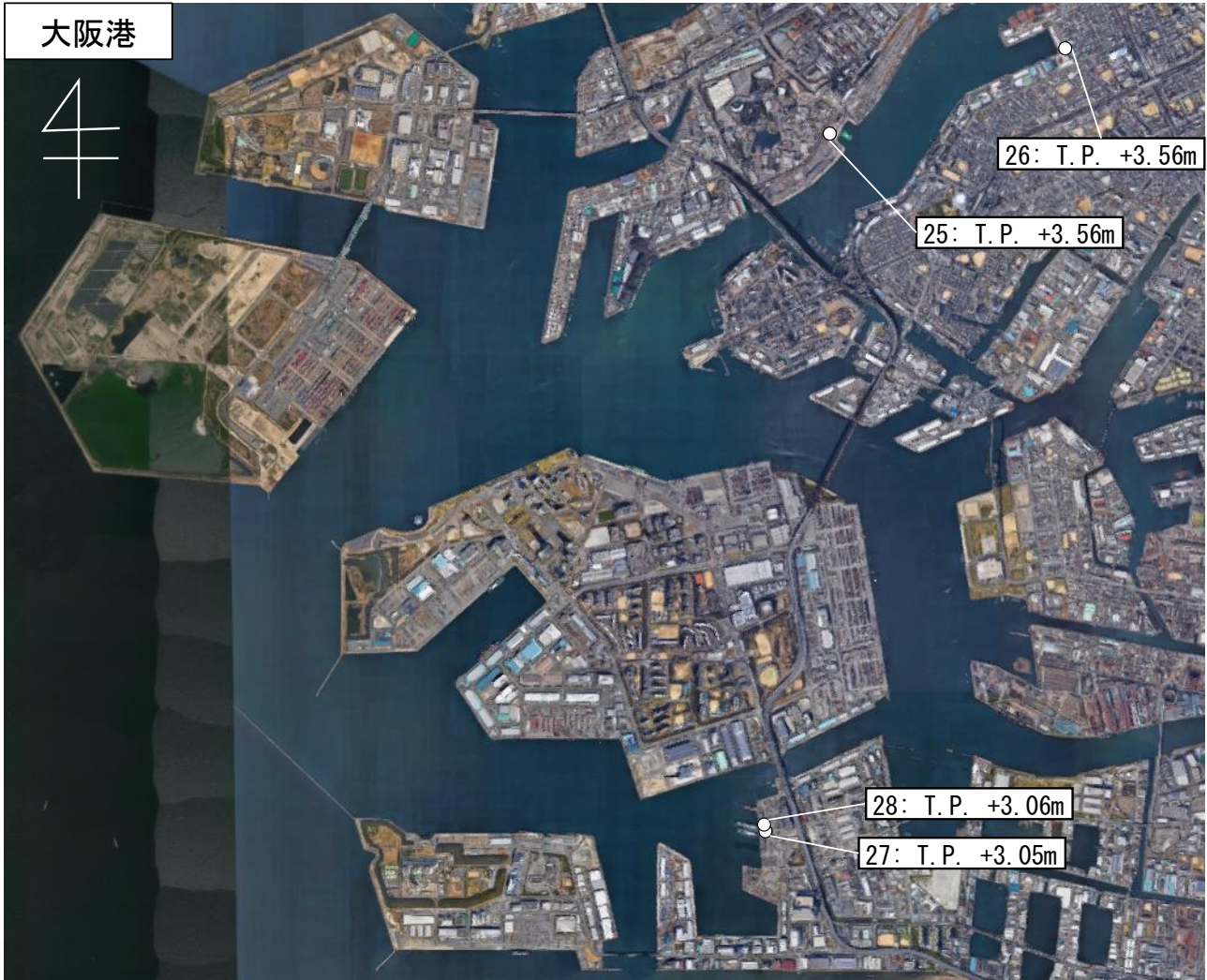




平成 30 年 9 月 13 日 撮影



平成 30 年 9 月 13 日撮影



25 大阪港USJ近く

浸水深 : 0.96m
T. P. +3.56m



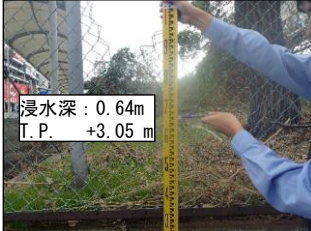
26 大阪港安治川河口付近

浸水深 : 1.34m
T. P. +3.56m



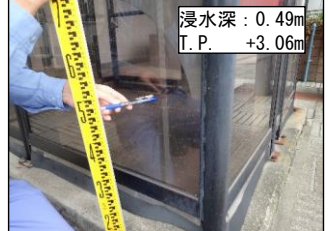
27 大阪港南港フェリーターミナル1

浸水深 : 0.64m
T. P. +3.05m



28 大阪港南港フェリーターミナル2

浸水深 : 0.49m
T. P. +3.06m



平成 30 年 9 月 14 日 撮影



平成 30 年 9 月 14 日撮影

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1078

July 2019

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp