

現行計画の安全度（生起確率）の 整理結果

令和5年2月8日

国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所
高知県 土木部 港湾・海岸課

■現行計画(S47土佐湾高潮対策技術会議等で設定) ※土佐湾沿岸中央部の内容を記載

本資料で
生起確率
を整理

| 項目 | 防護水準 | 設定方法等 |
|------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 計画高潮位 | T.P.+2.46m | ・桂浜検潮所の朔望平均満潮位+既往の潮位偏差の最大値より設定(表記は新測地系への変換値) ※近年も含めた既往最高潮位は平成26年台風11号のT.P.+2.09m(昭和45年台風10号は棄却) |
| 朔望平均満潮位 | T.P.+1.00m | ・S25~S35の桂浜検潮所における朔望平均満潮位の平均値(表記は新測地系への変換値) |
| 潮位偏差 | 1.46m | ・S25~S45の観測値とS25以前の推定値(簡易式)より、既往最大となるM35.9.7の推定値を設定 ※近年も含めた観測値の最大は昭和49年台風16号の1.28m(昭和45年台風10号は棄却) |
| 計画波浪(1/30) | Ho=13.0m To=15.5s | ・S47時点では、S34伊勢湾台風の仮想コースでSMB法より推算されたHo=10.1m,To=15.2sを設定 ・H12に見直され、波浪推算データ(30年間)と観測データ(16年間)に基づく極地統計解析より設定 |

潮位偏差

S25~S45の観測値とS25以前の推定値(簡易式)より、既往最大となるM35.9.7の推定値を設定

＜S25以前の推定値(簡易式)の考え方＞
吸い上げと吹き寄せによる潮位上昇量を算定

■M35.9.7の潮位偏差の推定値の算定

- ・吸い上げによる潮位上昇量(気圧より算定)

$$\rho_1 = 0.991\Delta P$$

$$= 0.991 \times (760 - 738.0) / 760 \times 1013.25$$

$$= 0.991 \times 29.3\text{cm} = 29.0\text{cm}$$
- ・吹き寄せによる潮位上昇量(風速より算定)

$$\rho_2 = 4.2 \times 39.3 - 47.7 = 117.4\text{cm}$$

表 S25以前の潮位偏差の推算値

| 年月日 | 気圧① (min) (mm) | 風速② (max) (m/s) | ΔP (cm) | ρ1' (cm) | ρ1 (cm) | ρ2 (cm) | 偏差 (ρ1+ρ2) (cm) | 摘要 |
|---------------|----------------------|-----------------------|------------|-------------|------------|------------|-----------------------|-----------|
| 明治 29.8.18 | 730.7 | 32.1 | 29.3 | 39.1 | 38.7 | 87.1 | 125.8 | 風向 ESE |
| 32.7.9 | 737.6 | 31.5 | 22.4 | 29.6 | 29.6 | 84.6 | 114.2 | " |
| 35.9.7 | 738.0 | 39.3 | 22.0 | 29.0 | 29.0 | 117.4 | 146.4 | " |
| 44.8.15 | 734.9 | 29.7 | 25.1 | 33.2 | 33.2 | 77.0 | 110.2 | E |
| 大正 4.9.8 | 736.2 | 26.5 | 23.8 | 31.4 | 31.4 | 63.6 | 95.0 | ESE |
| 7.7.12 | 728.7 | 26.0 | 31.3 | 41.3 | 41.3 | 61.5 | 102.8 | " |
| 昭和 12.9.11 | 715.7 | 27.3 | 44.3 | 44.3 | 58.5 | 57.0 | 125.5 | " |
| 20.9.17 | 734.8 | 26.2 | 25.2 | 25.2 | 33.3 | 62.3 | 95.6 | SE |

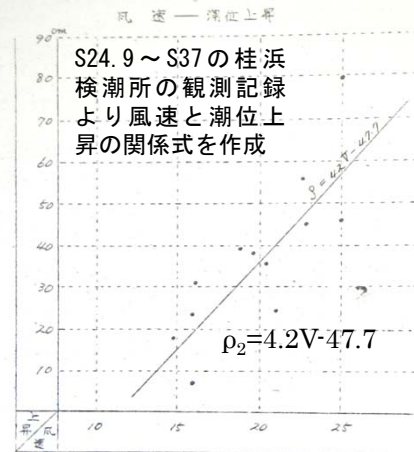


図 風速-潮位偏差の関係式

S25~S45の潮位偏差(観測値)

| 異常気象年月日 | 異常気象名 | 起時 | D.L.上の潮位 | T.P.上の潮位 | 起時 | 最大偏差 | 備考 |
|-------------|--------|-------|----------|----------|-------|------|----------------------|
| 昭和25年 9月 3日 | フィーン台風 | 09 10 | 218 | 87 | 09 10 | 39 | 東京湾中等潮位への換算数 -1.314m |
| " 9月14日 | ギニア台風 | 06 35 | 267 | 136 | 22 00 | 50 | |
| 昭和26年 7月 2日 | ケイト台風 | 02 50 | 260 | 129 | 08 00 | 79 | ←既往最大潮位 |
| " 10月15日 | ルース台風 | 06 00 | 258 | 127 | 03 00 | 77 | |
| 昭和28年 9月25日 | 第13号台風 | 07 25 | 283 | 152 | 08 40 | 45 | |
| 昭和29年 8月18日 | 第5号台風 | 08 20 | 254 | 123 | 12 00 | 62 | |
| " 9月26日 | 第15号台風 | 05 30 | 279 | 148 | 06 00 | 77 | |
| 昭和30年 9月30日 | 第22号台風 | 17 20 | 232 | 101 | 13 00 | 48 | |
| 昭和30年10月 4日 | 第23号台風 | 07 10 | 229 | 98 | 03 00 | 36 | |
| 昭和31年 8月17日 | | 16 00 | 183 | 52 | 08 00 | 27 | |
| " 9月10日 | 第12号台風 | 20 40 | 219 | 88 | 00 30 | 30 | |
| 昭和32年 9月 7日 | 第10号台風 | 04 40 | 230 | 99 | 10 00 | 45 | |
| 昭和34年 9月28日 | 伊勢湾台風 | 15 30 | 193 | 62 | 17 30 | 50 | ←既往最大偏差 |
| 昭和35年 8月29日 | 第16号台風 | 14 00 | 249 | 118 | 14 20 | 123 | |
| 昭和36年 9月16日 | 第2室戸台風 | 08 47 | 280 | 149 | 08 47 | 98 | |
| 昭和45年 8月21日 | 第10号台風 | 08 35 | 460 | 329 | - | - | |

※ 昭和45年8月21日の実測高極潮位 (T.P.+3.29m)は、年超過確率が1/10,000以上となり、海岸保全計画に過大となるため、採用しない。

出典:既往の計画高潮位について(建設省所管) 昭和43年3月 高知県河川課

出典:土佐湾高知海岸(南国工区)直轄海岸保全施設整備事業 全体計画書 四国地方建設局

計画波浪(波高)

波高: 波浪推算・観測データより極値統計解析を実施し、30年確率波高を設定

1) 検討方法

補助建設海岸(高知県)の設定値は、運輸省推算資料(S26~S55)を用いて設定しているが、その後観測データの蓄積があるため、これを合せて確率波高の算定を行う。

2) 使用資料

運輸省推算資料 (S26~S55) 30年
高知沖観測データ (S56~H1) 9年
桂浜観測データ (H2~H8) 7年

3) 検討ケース

ケース1 運輸省推算資料で確率計算
ケース2 運輸省推算資料+高知沖データで確率計算
ケース3 運輸省推算資料+高知沖データ+桂浜データで確率計算

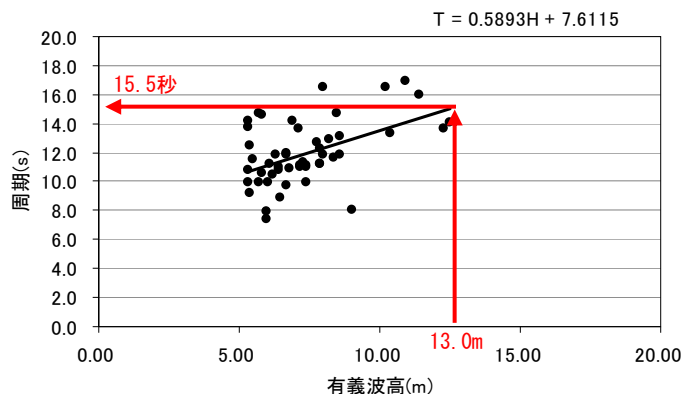
4. 検討結果

| 確率年 | ケース1 | | ケース2 | | ケース3 | |
|-----|------|------|-------|------|-------|------|
| | 計算値 | 設定値 | 計算値 | 設定値 | 計算値 | 設定値 |
| 10 | 10.9 | 11.0 | 10.26 | 10.5 | 10.02 | 10.5 |
| 20 | 12.0 | 12.0 | 11.44 | 11.5 | 11.16 | 11.5 |
| 30 | 12.6 | 13.0 | 12.10 | 12.5 | 11.80 | 12.0 |
| 50 | 13.3 | 13.5 | 12.91 | 13.0 | 12.58 | 13.0 |
| 100 | 14.2 | 14.5 | 13.97 | 14.0 | 13.60 | 14.0 |

出典: 高知海岸計画外力の検討 四国地方整備局高知工事事務所

計画波浪(周期)

周期: 全ての波浪推算・観測データより波高と周期の関係式を作成し、30年確率波高に対応する周期を設定



算定に使用されたデータ

波浪推算データ 旧運輸省推算値 (S26~S55)30年間

| | 台風 | 有義波高(m) | 周期(s) |
|----|------|---------|-------|
| 1 | 3412 | 2.9 | 9.5 |
| 2 | 2106 | 7.9 | 11.2 |
| 3 | 5115 | 6.7 | 9.7 |
| 4 | 5202 | 0.9 | 7.2 |
| 5 | 5313 | 10.9 | 16.9 |
| 6 | 5405 | 7.9 | 12.3 |
| 7 | 5415 | 7.4 | 9.9 |
| 8 | 5526 | 1 | 7 |
| 9 | 5609 | 7.3 | 11.3 |
| 10 | 5612 | 4.9 | 8.9 |
| 11 | 5615 | 4.7 | 14.8 |
| 12 | 5707 | 3.1 | 7.6 |
| 13 | 5710 | 7.2 | 11.1 |
| 14 | 5817 | 6.3 | 11.8 |
| 15 | 5821 | 6.9 | 14.2 |
| 16 | 5906 | 4.6 | 11.3 |
| 17 | 5915 | 10.2 | 16.5 |
| 18 | 6012 | 0.3 | 5.5 |
| 19 | 6016 | 7.4 | 11 |
| 20 | 6118 | 11.4 | 16 |
| 21 | 6207 | 3.4 | 10.3 |
| 22 | 6309 | 8 | 11.8 |
| 23 | 6420 | 12.5 | 14.1 |
| 24 | 6523 | 8.5 | 14.7 |
| 25 | 6524 | 8 | 16.5 |
| 26 | 6624 | 3.3 | 10.9 |
| 27 | 6718 | 3.8 | 10.2 |
| 28 | 6734 | 3.2 | 12.7 |
| 29 | 6804 | 6.4 | 11 |
| 30 | 6810 | 4 | 7.6 |
| 31 | 6909 | 8.2 | 12.9 |
| 32 | 7002 | 3.4 | 13.5 |
| 33 | 7009 | 5.7 | 9.9 |
| 34 | 7010 | 12.3 | 13.7 |
| 35 | 7119 | 6.2 | 10.5 |
| 36 | 7123 | 6.8 | 10.9 |
| 37 | 7209 | 7.2 | 11 |
| 38 | 7416 | 7.9 | 11.2 |
| 39 | 7418 | 0.3 | 5.4 |
| 40 | 7505 | 8.6 | 11.8 |
| 41 | 7506 | 5.5 | 11.5 |
| 42 | 7611 | 3.5 | 7.1 |
| 43 | 7808 | 4.6 | 9.2 |
| 44 | 7916 | 7.1 | 13.6 |
| 45 | 7920 | 5.8 | 14.6 |
| 46 | 8013 | 10.4 | 13.3 |
| 47 | 8019 | 5.7 | 14.7 |

観測データ(高知沖) (S56~H1)上位30波

| 順位 | 最大有義波の起時 | 波高 | 周期(s) | 気象要因 |
|----|--------------|------|-------|-----------------------|
| 1 | 82年9月25日4時 | 8.6 | 13.1 | 台風8219号 |
| 2 | 82年8月27日12時 | 8.35 | 11.6 | 台風8213号 |
| 3 | 81年7月30日22時 | 6.7 | 12 | 台風8110号 |
| 4 | 89年7月27日18時 | 6.68 | 11.9 | 台風8911,8912号及び台風8913号 |
| 5 | 88年8月27日6時 | 6.4 | 10.8 | 台風8917号 |
| 6 | 88年4月18日16時 | 6.03 | 10 | 二つ玉低気圧 |
| 7 | 88年4月13日4時 | 5.37 | 9.2 | 日本海低気圧及び南岸低気圧 |
| 8 | 81年10月22日14時 | 5.32 | 13.8 | 台風8124号 |
| 9 | 82年11月30日2時 | 5.27 | 10.3 | 二つ玉低気圧 |
| 10 | 85年6月30日16時 | 5.25 | 12.9 | 台風8506号 |
| 11 | 83年9月28日16時 | 5.23 | 9.9 | 台風8310号前線の低気圧 |
| 12 | 86年7月17日20時 | 5.21 | 11.6 | 日本海低気圧及び台風8608号 |
| 13 | 83年4月1日6時 | 4.84 | 10 | 南岸低気圧 |
| 14 | 89年9月19日22時 | 4.83 | 11.8 | 台風8922号 |
| 15 | 84年8月21日18時 | 4.58 | 8.9 | 台風8410号 |
| 16 | 81年10月1日10時 | 4.52 | 14.4 | 台風8122号 |
| 17 | 88年9月15日10時 | 4.51 | 13.6 | 台風8818号 |
| 18 | 88年6月2日22時 | 4.39 | 8.5 | 二つ玉低気圧 |
| 19 | 88年3月21日20時 | 4.34 | 9.2 | 南岸低気圧 |
| 20 | 82年9月3日16時 | 4.21 | 12.4 | 台風8215号 |
| 21 | 83年8月13日22時 | 4.16 | 13 | 台風8305号 |
| 22 | 83年6月13日2時 | 4.1 | 9.2 | 二つ玉低気圧 |
| 23 | 82年3月15日16時 | 4.07 | 9 | 二つ玉低気圧 |
| 24 | 82年8月1日14時 | 4.05 | 13 | 台風8210号 |
| 25 | 81年8月22日8時 | 3.98 | 13 | 台風8115号 |
| 26 | 82年3月5日8時 | 3.97 | 8.7 | 日本海低気圧 |
| 27 | 84年7月29日10時 | 3.86 | 10.2 | 台風8407号 |
| 28 | 89年4月23日0時 | 3.74 | 9.9 | 南岸低気圧 |
| 29 | 81年11月2日16時 | 3.74 | 8.5 | 二つ玉低気圧 |
| 30 | 85年6月8日12時 | 3.7 | 9.3 | 南岸低気圧 |

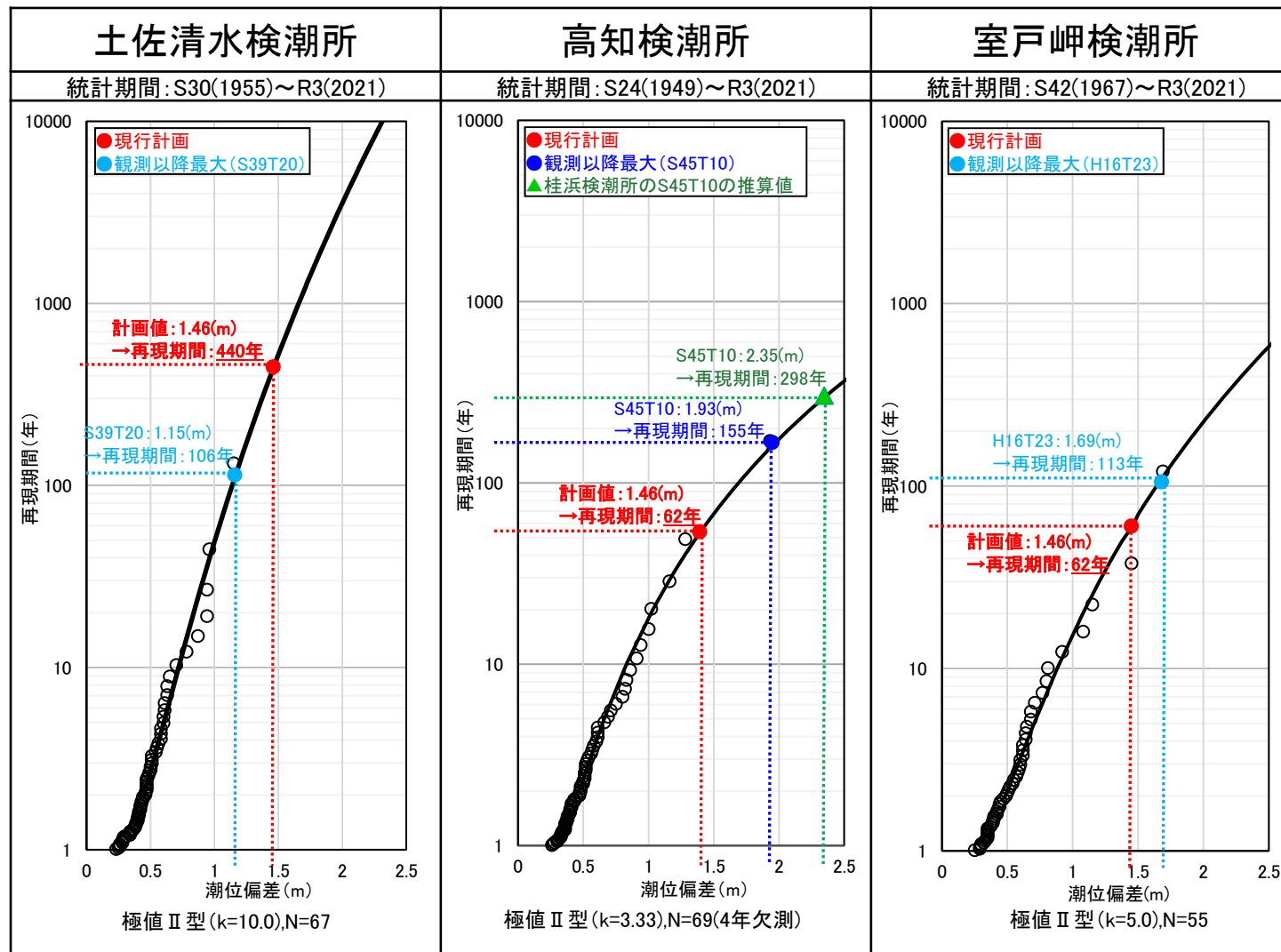
観測データ(桂浜) (H2~H8)上位30波

| 順位 | 年月日 | 時間 | 波高 | 周期 | 気象要因 |
|----|------------|----------|------|------|-------------|
| 1 | 1990/7/30 | 10:00:00 | 9 | 8 | |
| 2 | 1990/8/22 | 10:00:00 | 7.79 | 12.7 | 9014 |
| 3 | 1991/9/27 | 22:00:00 | 7.38 | 11.1 | 9219 |
| 4 | 1992/8/8 | 18:00:00 | 6.46 | 8.9 | 9210 |
| 5 | 1990/9/19 | 14:00:00 | 6.06 | 11.2 | 9019 |
| 6 | 1990/9/29 | 0:00:00 | 6 | 7.4 | |
| 7 | 1994/9/25 | 14:00:00 | 6 | 7.9 | 9426 |
| 8 | 1993/8/10 | 8:00:00 | 5.82 | 10.6 | 9307 |
| 9 | 1994/9/29 | 14:00:00 | 5.39 | 12.5 | 9426 |
| 10 | 1993/8/9 | 12:00:00 | 5.34 | 14.2 | 9307 |
| 11 | 1991/9/28 | 0:00:00 | 5.3 | 10.8 | 9119 |
| 12 | 1992/8/18 | 20:00:00 | 5.3 | 9.9 | 9211 |
| 13 | 1992/8/17 | 22:00:00 | 4.95 | 13.6 | 9211 |
| 14 | 1993/9/3 | 22:00:00 | 4.79 | 8.4 | 9313 |
| 15 | 1996/8/14 | 10:00:00 | 4.59 | 10.1 | 9612 |
| 16 | 1990/9/18 | 22:00:00 | 4.48 | 12.4 | 9019 |
| 17 | 1994/8/13 | 8:00:00 | 4.41 | 11.7 | 9414 |
| 18 | 1993/6/11 | 20:00:00 | 4.4 | 6.2 | |
| 19 | 1993/7/27 | 20:00:00 | 4.35 | 10.1 | 9311 |
| 20 | 1992/12/8 | 0:00:00 | 4.32 | 9 | 南北の気圧の谷の通過 |
| 21 | 1990/5/4 | 10:00:00 | 4.3 | 8.6 | |
| 22 | 1994/7/25 | 14:00:00 | 4.29 | 9.7 | 9407 |
| 23 | 1991/9/19 | 18:00:00 | 4.27 | 12.8 | 9118 |
| 24 | 1994/5/5 | 6:00:00 | 5.27 | 8 | |
| 25 | 1993/10/7 | 8:00:00 | 4.17 | 14.8 | 9319,及び9320 |
| 26 | 1993/10/29 | 18:00:00 | 4.14 | 8 | |
| 27 | 1991/10/10 | 4:00:00 | 4.02 | 14.7 | 9121 |
| 28 | 1992/8/19 | 0:00:00 | 4.01 | 9.2 | 9211 |
| 29 | 1994/4/12 | 18:00:00 | 4 | 8.7 | 低気圧 |
| 30 | 1994/6/30 | 14:00:00 | 4 | 5.1 | 梅雨前線 |

出典: 土佐湾高知海岸(南国工区)直轄海岸保全施設整備事業 全体計画書 四国地方建設局

現行計画の安全度(生起確率)の整理結果:潮位偏差

- 観測データ(高知・室戸岬・土佐清水)^{※1}を基に極値統計解析^{※2}を実施し、潮位偏差の生起確率を算定した。
- 現行計画の潮位偏差(1.46m●)の再現期間は、高知62年、室戸岬62年、土佐清水440年となる。
- 高知の観測以降最大の潮位偏差(1.93m●、昭和45年台風10号)^{※3}の再現期間は、155年となる。
(高知近傍の桂浜の潮位偏差の推定値(2.35m▲、昭和45年台風10号)^{※4}の再現期間は、298年となる)

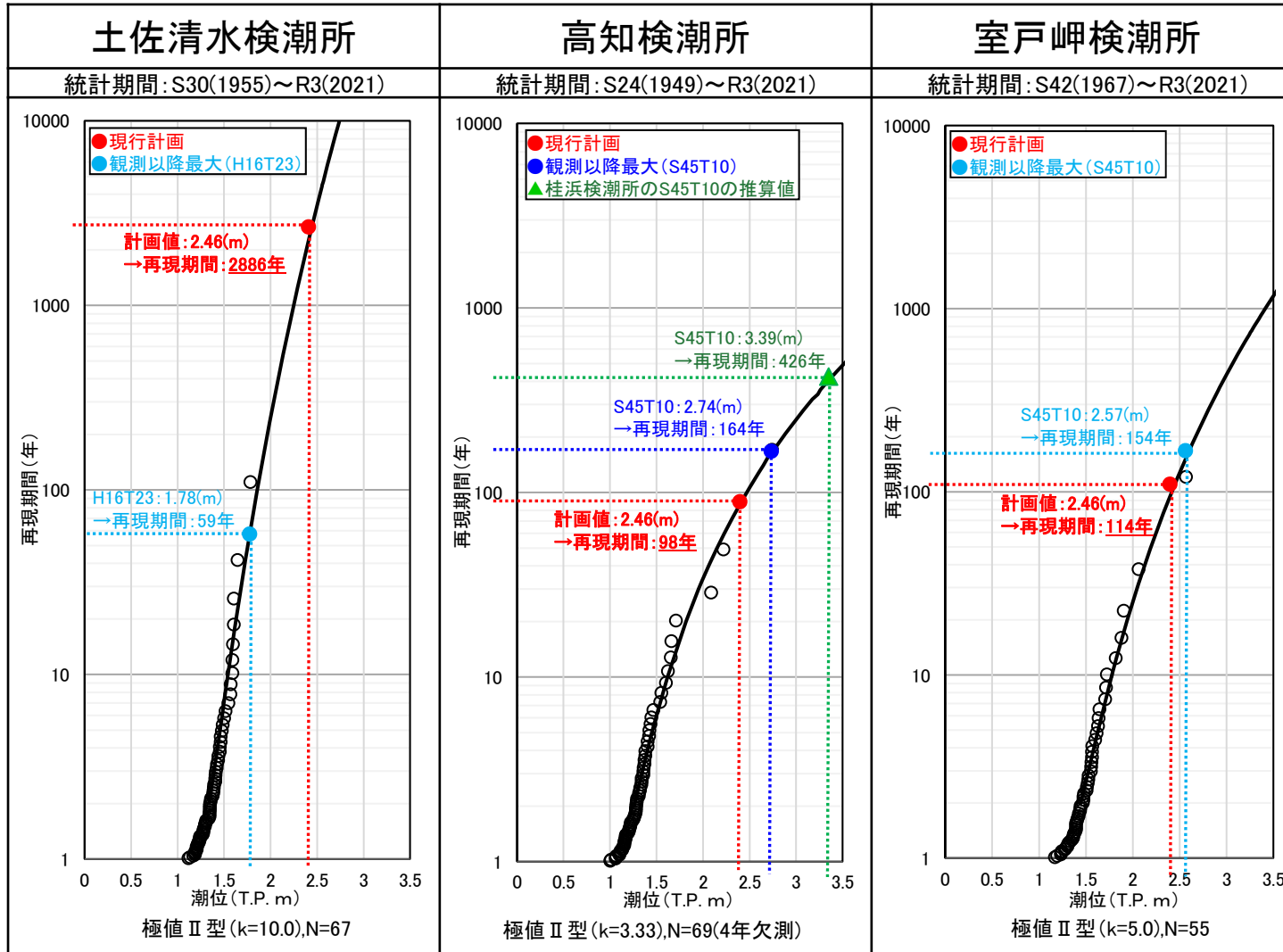


- ※1: 気象庁公表データ(1時間間隔)より年最大値を整理
昭和45年台風10号の観測データを含む
- ※2: 海岸保全施設の技術上の基準・同解説等を踏まえ、極値Ⅱ型を採用(kは最も相関係数が高いものを記載)
- ※3: 8/21 8時の観測値(これ以降は欠測)
- ※4: 8/21 9時の推定値(8時は1.99m、8時以降は欠測)



現行計画の安全度(生起確率)の整理結果:潮位

- 観測データ(高知・室戸岬・土佐清水)^{※1}を基に極値統計解析^{※2}を実施し、潮位の生起確率を算定した。
- 現行の計画高潮位(T.P.+2.46m●)の再現期間は、高知98年、室戸岬114年、土佐清水2886年となる。
- 高知の観測以降最大の潮位(T.P.+2.74m●、昭和45年台風10号)^{※3}の再現期間は、164年となる。
(高知近傍の桂浜の潮位の推定値(T.P.+3.39m▲、昭和45年台風10号)^{※4}の再現期間は、426年となる)

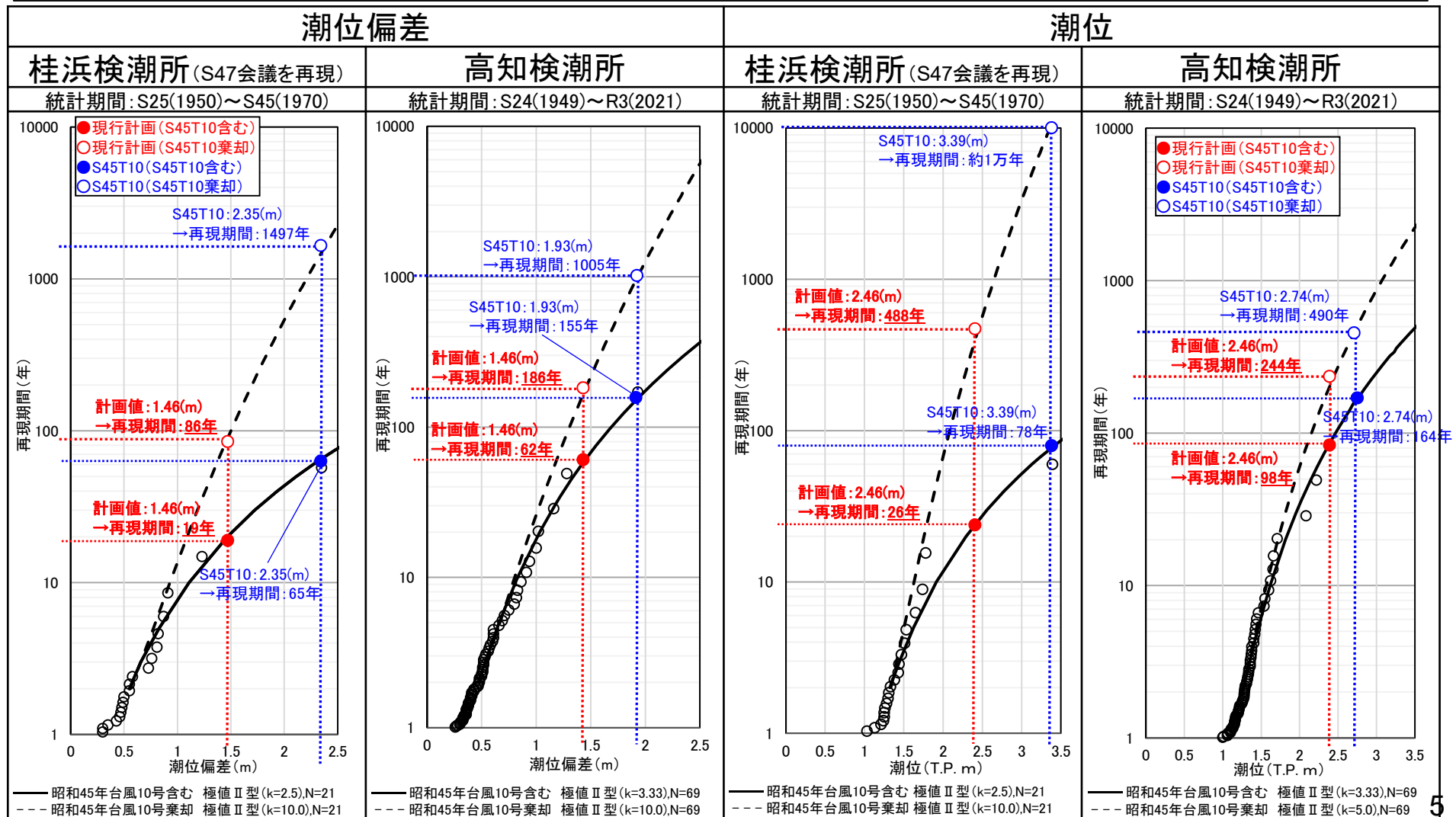


- ※1: 気象庁公表データ(1時間間隔)より年最大値を整理
昭和45年台風10号の観測データを含む
- ※2: 海岸保全施設の技術上の基準・同解説等を踏まえ、極値Ⅱ型を採用(kは最も相関係数が高いものを記載)
- ※3: 8/21 8時の観測値(これ以降は欠測)
- ※4: 8/21 9時の推定値(8時は2.99m、8時以降は欠測)



【参考】S47土佐湾高潮対策技術会議のデータを用いた極値統計解析結果

- S47土佐湾高潮対策技術会議で用いられた桂浜の観測データ(S25~S45)を基に極値統計解析※を実施した。
※同会議の検討に合わせて、昭和45年台風10号の観測データを含めた場合と棄却した場合の両方を実施
- 昭和45年台風10号を棄却した場合、現行計画値や昭和45年台風10号の観測値の再現期間は非常に大きくなる。
- 気候変動によって台風が強大化する可能性が高いことを踏まえ、本検討では、**昭和45年台風10号を含めて最新データに基づき算定した生起確率を基に検討を進める。**



現行計画の安全度(生起確率)の整理結果:波浪

- 現行の計画波浪は、過去の波浪推算データ(S26～S55)より設定されたことを踏まえ、現行計画値の妥当性を確認するため、土佐湾中央部の高知港における最新の波浪推算データに基づく極値統計解析結果との比較を行った。
- 高知港では、現行計画の30年確率における沖波波高は12.7m、沖波周期は16.4秒であり、当該地域の現行計画値(沖波波高13.0m、沖波周期15.5秒)と同程度であることが確認できる。

計画波浪(波高)

波高: 波浪推算・観測データより極値統計解析を実施し、30年確率波高を設定

1) 検討方法
補助建設海岸(高知県)の設定値は、運輸省推算資料(S26～S55)を採用して設定しているが、その後観測データの蓄積があるため、これを含めて確率波高の算定を行う。

2) 使用資料
運輸省推算資料 (S26～S55) 30年
高知沖観測データ (S56～H1) 9年
桂浜観測データ (H2～H8) 7年

3) 検討ケース
ケース1 運輸省推算資料で確率計算
ケース2 運輸省推算資料+高知沖データで確率計算
ケース3 運輸省推算資料+高知沖データ+桂浜データで確率計算

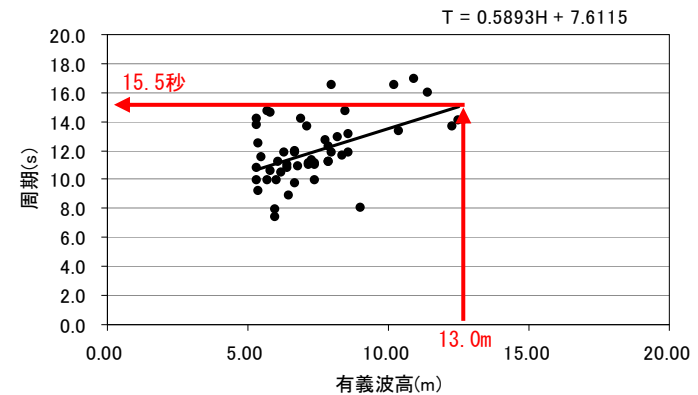
4. 検討結果

| 確率年 | ケース1 | | ケース2 | | ケース3 | |
|-----|------|------|-------|------|-------|------|
| | 計算値 | 設定値 | 計算値 | 設定値 | 計算値 | 設定値 |
| 10 | 10.9 | 11.0 | 10.26 | 10.5 | 10.02 | 10.5 |
| 20 | 12.0 | 12.0 | 11.44 | 11.5 | 11.16 | 11.5 |
| 30 | 12.6 | 13.0 | 12.10 | 12.5 | 11.80 | 12.0 |
| 50 | 13.3 | 13.5 | 12.91 | 13.0 | 12.58 | 13.0 |
| 100 | 14.2 | 14.5 | 13.97 | 14.0 | 13.60 | 14.0 |

出典: 高知海岸計画外力の検討 四国地方整備局高知工事事務所

計画波浪(周期)

周期: 全ての波浪推算・観測データより波高と周期の関係式を作成し、30年確率波高に対応する周期を設定



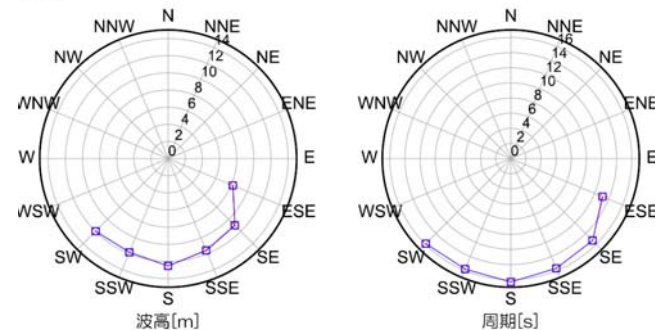
出典: 高知海岸計画外力の検討 四国地方整備局高知工事事務所

最新の波浪推算データに基づく極値統計解析結果(高知港)

30年確率波高(高知港): 12.7m(全方位の結果)
30年確率周期(高知港): 16.4秒(全方位の結果)

「確率沖波算定システム(四国地方整備局高松港湾空港技術調査事務所)」による、S25～R1を対象とした波浪推算及び極値統計解析結果を引用

地点: 高知港, 30年確率波
全地区



出典: 令和2年度管内港湾施設における耐波性能検討業務 報告書(R3.3) 四国地方整備局高松港湾空港技術調査事務所