

「平成21年度モニタリング手法及び砂つけ試験案について」 の検討結果への対応

(1)H21年度モニタリング計画 関係

①生物調査関係

- これまで2年間の調査で、石積護岸部における潮間帯生物の季節的変動が概ね把握され、調査目的である生物の再定着の状況が確認されているとのことであり、冬季調査は実施しないことで良い。
- ただし、特に夏の時期、三番瀬に貧酸素水塊が広がり、生物群集に大きなダメージを与えるような状況が発生した場合など、必要な調査等の対応を行うこと。
- 冬季調査を行わないかわりに、定点での写真撮影により記録を残すなどの工夫をすること。

【対応方針】

- ⇒青潮や出水などにより護岸前面の生物群集に大きな影響があった場合には、冬季調査を実施する。
- ⇒また冬季は、石積護岸潮間帯の写真撮影による、潮間帯生物の付着状況等について記録を行う。

1-1

②鳥類調査関係

- 案のとおり、専門家へのヒアリングを行うこと。
- その場合に、専門家の目を通してどのように考えたらよいか把握しておくこと。

【対応方針】

- ⇒護岸改修施工区域周辺の水鳥の飛来状況について専門家へのヒアリングを年1回行い、工事への影響について把握する。
- ⇒今後は、上記ヒアリングとあわせて、自然環境調査結果や地形等のモニタリング調査結果で影響を及ぼすことが想定される場合には、鳥類を対象としたモニタリング調査の必要性について再検討するものとする。

1-2

平成21年度モニタリング調査計画

モニタリング調査項目

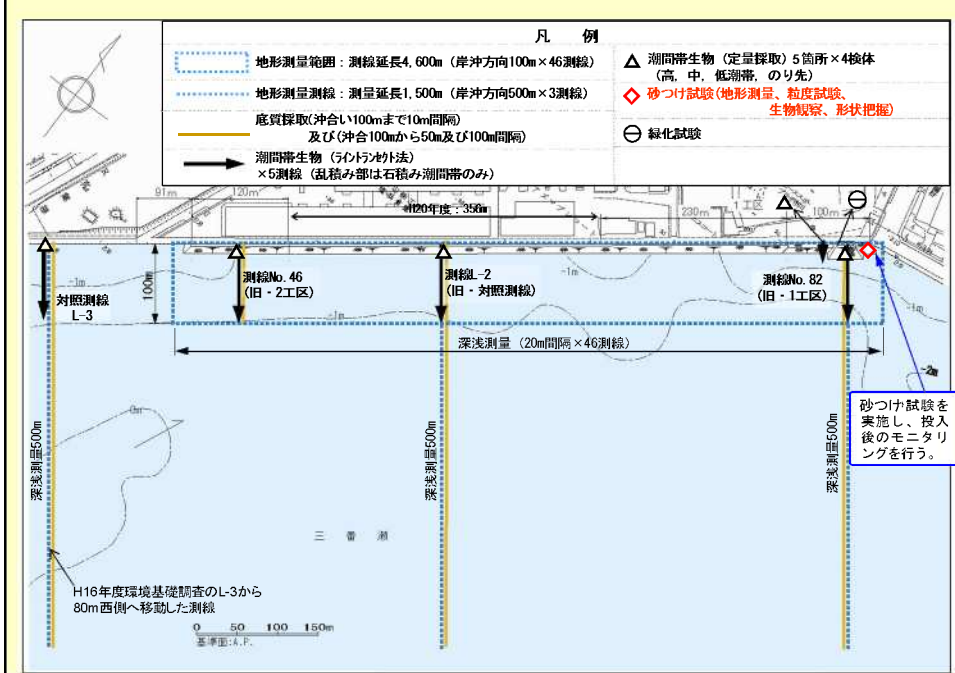
1-3

※青文字部分がH20年度からの変更内容である。

区分	項目	目的	方法	時期(間隔)	数量等
検証項目	地形	・護岸部の張り出しによる周辺への物理的影響の把握 ・洗掘等による周辺地形の変化の把握等	地形測量	春季：4月 秋季：9月の年2回 東側端部箇所は年2回＋イベント(台風等の高波)後	・護岸改修範囲の岸沖方向100m × (46測線) = 測線延長4,600m ・測線No. 82、L-2、対照測線L-3の岸沖方向500m × (3測線) = 測線延長1,500m ・石積護岸の東側端部箇所の4地点
	底質	粒径の変化の把握	採泥・粒度試験	春季：4月 秋季：9月の年2回	・測線No. 82、L-2、No. 46、対照測線L-3の岸沖方向100mの測線で10m間隔で採泥(100検体)：合計40検体 ・測線No. 82、L-2、対照測線L-3の岸沖方向500mの3測線では、沖合150m、200m、300m、400m、500mの5地点で採泥：合計15検体
	生物	潮間帯生物の定着状況 ※調査は公開とし、ライントラセクト法による観察は市民との協働で行うものとする。	ライントラセクト法による観察 採取分析	春季：4月 夏季：8月下旬～9月の年2回 冬季：1月 潮間帯の写真撮影のみ(ただし、青潮や出水などにより護岸前面の生物群集に大きな影響があった場合には、冬季調査を実施する。)	・測線No. 82、H19年度乱積施工箇所、L-2、No. 46、L-3の5測線 ・石積護岸(斜面上)：方形枠(50cm×50cm)による連続目視観察 ・高潮帯から護岸のり先まで1m間隔 ・旧護岸法線より30～100mは10m間隔 ・石積護岸の東側端部の1地点においても観察 ・H19年度乱積施工箇所は潮間帯のみ観察 ・測線No. 82、H19年度乱積施工箇所、L-2、No. 46、L-3の5箇所における採取分析 ・1箇所当り高、中、低潮帯、のり先の4検体
	緑化試験	・護岸構造を利用した基盤の形成方法を見出す。 ・石積護岸の立地環境に合う植物を確認する。 ・立地環境に合った緑化手法を見出す。	発芽及び移植試験 ヤードにおける種まき、植え込み後の観察	平成21年4月～平成22年3月	・発芽ヤードでは、発芽状況と種類、活着状況、他の植物の侵入状況、基盤の保持状況、実数を観察 ・移植ヤードでは、活着状況、他の植物の侵入状況、基盤の保持状況、天候を観察 ・観察頻度は4～9月は2週間に1回、10～3月は1ヶ月に1回
	砂つけ試験	・砂を投入した場合の砂の挙動を把握する。 ・置き砂に現れる生物相を確認する。	地形測量 採泥・粒度試験 生物観察・採取分析 形状把握	年2回＋イベント(台風等の高波後) 秋季：9月 春季：4月の年2回 夏季：8月下旬～9月 春季：4月の年2回 年2回＋イベント(台風等の高波後)	・置き砂投入範囲の中で1測線 ・後浜部、汀線部、のり先付近を基本として、勾配が変化することに1箇所。 ・方形枠(50cm×50cm)による目視観察、潮間帯で1測線(高・中・低潮帯)で観察、低潮帯においては測線の両側も観察 ・測線上の低潮帯の1箇所採取分析 ・定点撮影
	水鳥	水鳥の場の利用への影響の有無を把握する。	専門家へのヒアリング	年1回	・専門家へのヒアリング1回
	材料	波浪・潮流 青潮時の浮存酸素量測定。生物環境への外力把握を目的とする。	D0計による測定	青潮発生時	・1工区の完成断面石積のり先 ・護岸改修範囲の西側で1点

モニタリング調査位置図

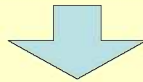
1-4



③波浪・流況調査関係

(1) 特有の地形の作られ方等のメカニズムを整理した上で、波浪が小さいから構造物による影響は小さいとの整理が可能であれば調査を実施しなくても良い。

(2) その場合でも、何か起きたときは、外海での波の観測点から影響が類推できるような程度までのモデルの検証等について考慮しておくこと。具体的には平成20年度に測定している波浪データと、東京灯標、千葉港波浪観測塔等の外部データを比較、検討し、三番瀬の中の波浪データを類推すること。



【対応方針】

○波浪・流況調査関係への対応について、以下に整理・検討を行った。

1-5

【対応方針】③-①関係

一市川海岸における波浪の大きさ



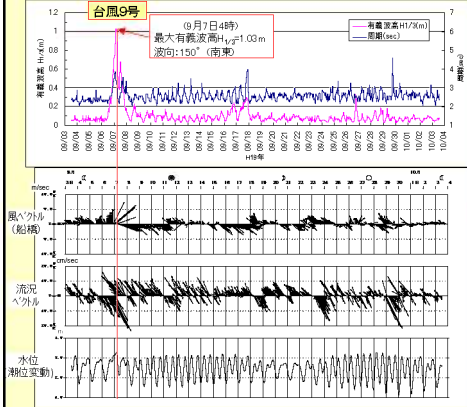
○市川海岸塩浜地区では、沖で発達した高波浪は、三番瀬の浅い地形で減衰する。

1-6

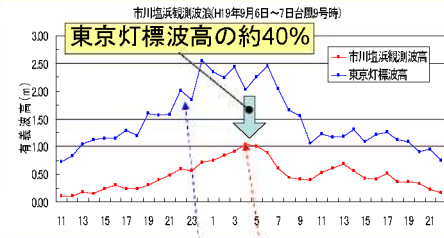
【対応方針】③-①関係 ー市川海岸における波浪の観測結果(1)

波浪モニタリング観測中、最も大きな波高はH19年9月台風9号の来襲時に波高1.03mを記録した。これは、沖合(東京灯標)の波の40%程度であった。

台風9号が来襲した観測期間の波浪データ

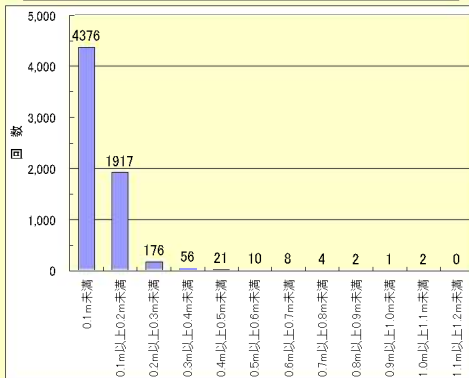


なお、高い波高を記録したのは、南からの強い風が吹き、潮位が高いときであった。
このとき底上約50cmにおける10分間平均流速の絶対値の最大は25cm/sec程度であった。



【対応方針】③-①関係 ー市川海岸における波浪の観測結果(2)

有義波高の頻度分布図(H18.3~H20.10の6回観測)



※グラフ中の数値は、観測期間中の波高の出現回数を示す。

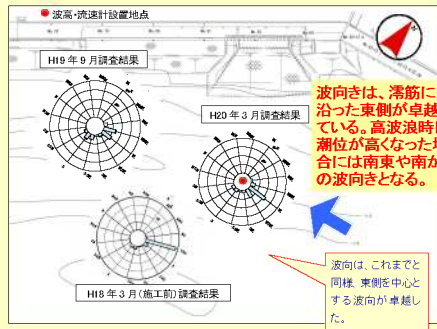
有義波高が0.5m以上を観測したときの波浪データ

発生日時	有義波高(m)	周期(sec)	要因	備考
H18年3月17日 2:00~3:00	0.58~0.66	2.5~2.6	春季季節風	施工前
H19年3月5日 16:00~21:00	0.51~0.62	2.8~3.6	春季季節風	施工後
H19年3月25日 6:00~10:00	0.52~0.79	3.7~4.1	春季季節風	"
H19年9月6日22:00~7日14:00	0.54~1.03	2.5~3.9	台風9号	"

観測期間中は1時間に1回観測している。H18年3月の施工前から施工後約2年のH20年10月までの6回の観測において、0.2m未満の波高は、6,293回(95.8%)観測された。これに対して、0.2m以上の波高は280回(4.2%)観測された。また、1.0m以上の高い波浪は2回観測された。

【対応方針】③-①関係

—護岸改修前後の波浪の状況について—



波向きの頻度分布

護岸改修前後の平均波高・周期

調査時期	平均波高m	平均周期sec	
施工前	H18年3月	0.09	2.7
施工直後	H18年9月	0.08	2.6
施工後約8ヶ月	H19年3~4月	0.11	2.6
施工後約1年	H19年9月	0.11	2.6
施工後約1年8ヶ月	H20年3~4月	0.09	2.5
施工後約2年	H20年9~10月	0.08	2.6

○護岸改修前後で波浪(波向き、平均波高・周期)の状況に変化はみられなかった。

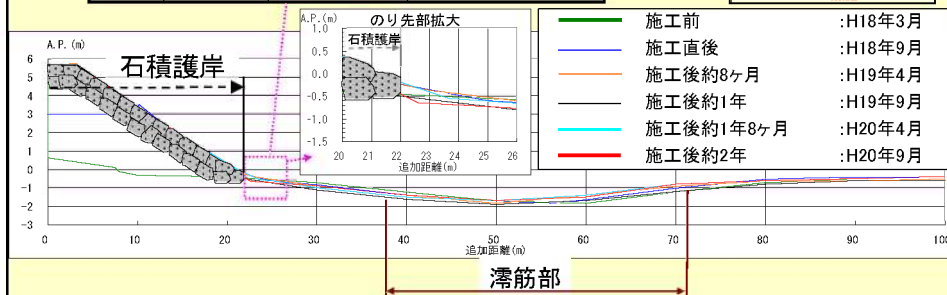
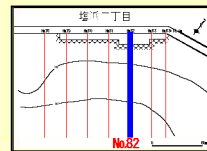
【対応方針】③-①関係

—モニタリング測量結果による地形変化—

順応的管理による検証基準では、周辺の地形変化や測量誤差を踏まえ、護岸改修による影響の基準となる地形変化量は±0.5m以下としている。

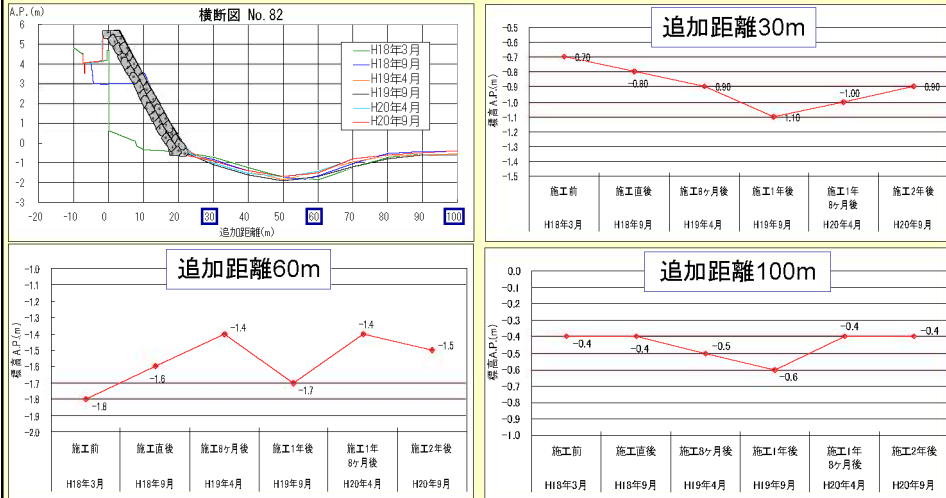
地形に係る検証基準

検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
地形変化	施行後1年後	石積み護岸ののり先	施工前海底面に対して、±0.5m



石積み護岸ののり先の検証箇所を含む、2年間の護岸前面の地形変化量は±0.5m以下であり、護岸改修後は大きな地形変化は生じていない。

1工区測線No.82の各地点地盤高の変化



石積護岸沖合の各地点の地盤高の変化を時系列でみると、侵食・堆積に一定の傾向はみられない。

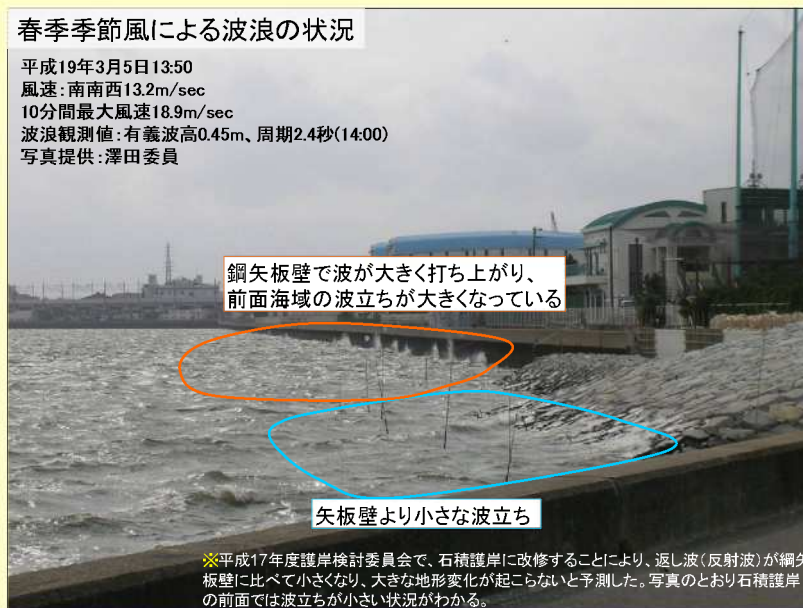
1-11

【参考】

石積護岸と鋼矢板前面の返し波(反射波)の状況(1/2)

春季季節風による波浪の状況

平成19年3月5日 13:50
 風速: 南南西 13.2m/sec
 10分間最大風速 18.9m/sec
 波浪観測値: 有義波高 0.45m、周期 2.4秒(14:00)
 写真提供: 澤田委員



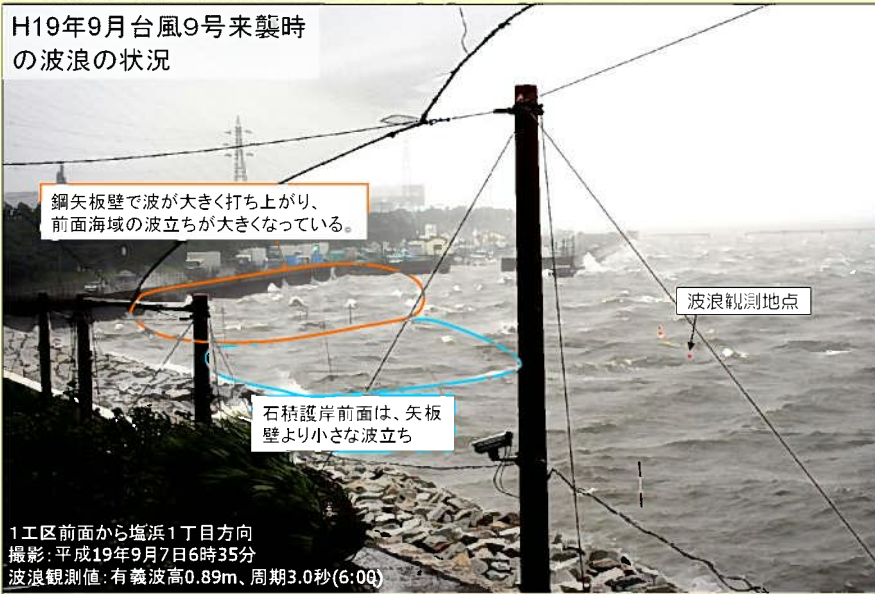
※平成17年度護岸検討委員会で、石積護岸に改修することにより、返し波(反射波)が鋼矢板壁に比べて小さくなり、大きな地形変化が起こらないと予測した。写真のとおり石積護岸の前面では波立ちが小さい状況がわかる。

1-12

【参考】

石積護岸と鋼矢板前面の返し波(反射波)の状況(2/2)

H19年9月台風9号来襲時の波浪の状況



1工区前面から塩浜1丁目方向
撮影:平成19年9月7日6時35分
波浪観測値:有義波高0.89m、周期3.0秒(6.0Q)

※平成17年度護岸検討委員会で、石積護岸に改修することにより、返し波(反射波)が鋼矢板壁に比べて小さくなり、大きな地形変化が起こらないと予測した。写真のとおり石積護岸の前面では波立ちが小さい状況がわかる。

【対応方針】③-(1)関係

一波浪観測データから、底質の移動と、地形変化を検証・確認一

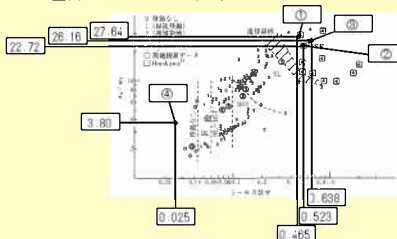
○シールズ数を用いて、「底質移動」が起こっていたかどうか検証。

(シールズ数:波が起こす流れによって、底質の動きやすさ・動きにくさを表わす指標)

ケース	波高 H(m)	周期 T(sec)	潮位 A.P.(m)	シールズ数 ψ_m	判定 (> 動<)	限界 シールズ数 ψ_m	検証結果
①H18年3月 季節風時	0.66	2.5	+1.004	0.465	>	0.056	底質は動いていた
②H19年3月 季節風時	0.79	3.7	+2.104	0.523	>	0.056	底質は動いていた
③H19年9月 9号台風時	1.03	3.4	+2.254	0.638	>	0.056	底質は動いていた
④観測平均	0.10	2.8	+1.000	0.025	<	0.056	底質は 動いていなかった

※検討条件 検討箇所は、護岸前面のり先部で底質粒径d=0.18mm、地盤高A.P.-0.5mとして検討

シールズ数による検討の結果、台風や季節風による高波浪時には底質移動(シートフロー状態:底質が底面近傍を高濃度状態で移動する)が起こっていると考えられるが、地形変化測量結果から大きな地形変化は生じていないことがわかる。



底質の移動形態の選移条件とシールズ数計算結果 1-14

【対応方針】③-(1)関係

—まとめ—

- 護岸改修範囲前面では、沖で発達した波は浅瀬の地形で減衰して小さくなる。
- これまでのモニタリング波浪観測の結果、波高0.2m未満の波高は95.8%を占め、高い波浪の頻度は少ないが1.0m以上の波は2回観測された。
- 護岸改修前後で波浪(波向き、平均波高・周期)の状況に変化はみられなかった。
- 護岸前面の改修前と改修後2年間の地形変化は、地形変化の検証基準である地形変化量±0.5m以下であり、沖合い100m区間の各地点の時間的な地形変化をみても、侵食・堆積の一定の傾向はみられない。
- 台風や季節風による高波浪時における底質移動を確認するため、シールズ数を計算したところ、高波浪時には底質移動が起こっているものと考えられるが、上記のように地形変化のモニタリング結果からは、施工後約2年までの期間では顕著な地形変化は起こっていない。
- 以上のことから、構造物(改修された石積護岸)の影響は小さいと考えられる。

1-15

【対応方針】③-(2)関係(1/4)

- 平成20年度に測定している波浪データと、東京灯標、千葉港波浪観測塔等の外部データを比較、検討し、三番瀬の中の波浪データを類推する。

護岸改修事業のモニタリング調査において、今後、高波浪が来襲して護岸改修域周辺の地形、底質、生物生息状況等に大きな影響を与えた場合、その影響を与えた波浪が類推できるかどうか、波浪観測値の相関を調べることで検討した。

市川海岸近傍の波浪観測地点



1-16

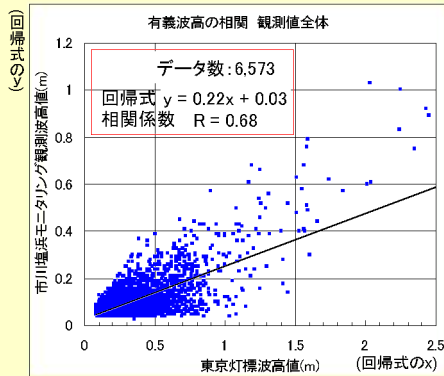
【対応方針】③-(2)関係(3/4)

○平成20年度に測定している波浪データと、東京灯標のデータを比較、検討し、三番瀬の中の波浪データを類推することについて

これまで測定した波浪データと近傍の波浪観測地点との比較

① 観測値全データの相関

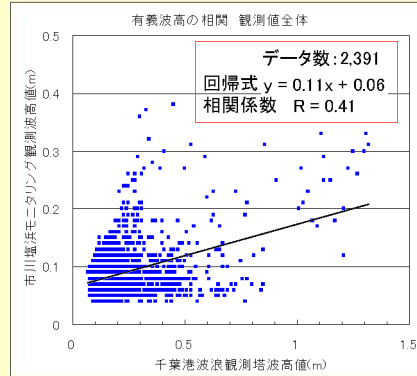
東京灯標との相関



データの期間: H18年3月～H20年10月

○データのばらつきが大きいので、波高、潮位、風向きごとで比較してみる

千葉港波浪観測塔との相関

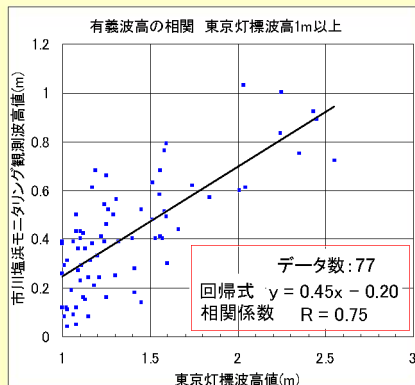


データの期間: H20年3月～H20年10月

※千葉高波浪観測塔はH20年3月まで欠測、H19年9月台風などの高波浪データが比較できない。

② 波高別で相関

東京灯標との相関
(東京灯標で波高1m以上抽出)

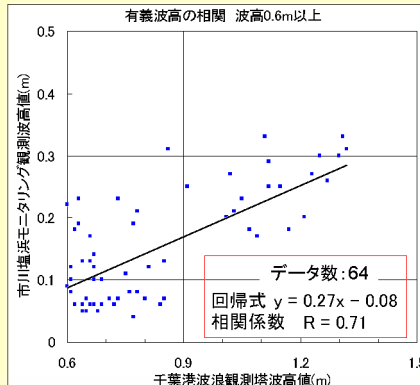


データの期間: H18年3月～H20年10月

参考: 波高1m以下の相関係数・回帰式

内容	相関係数(R)	回帰式	データ数
波高1m以下	0.48	$y = 0.15x + 0.05$	6492

千葉港波浪観測塔との相関
(千葉港波浪観測塔で波高0.6m以上抽出)



データの期間: H20年3月～H20年10月

参考: 波高0.6m以下の相関係数・回帰式

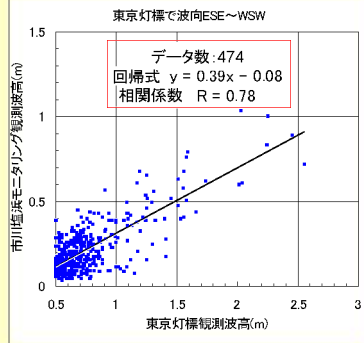
内容	相関係数(R)	回帰式	データ数
波高0.6m以下	0.23	$y = 0.09x + 0.07$	2328

○高い波を抽出すると相関係数が高くなる。

③ 波向き別で相関

東京灯標との相関

(東京灯標で波向きが南方系であったときを抽出)



※千葉高波浪観測塔は波向きの観測がない。

参考: 一方方向の相関係数・回帰式

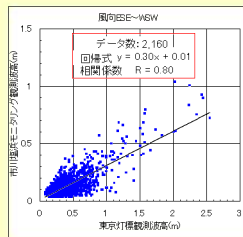
波向き	相関係数(R)	回帰式	データ数
ESE	0.86	$y = 0.31x - 0.06$	48
SE	0.29	$y = 0.39x - 0.08$	22
SSE	0.89	$y = 0.42x - 0.09$	32
S	0.80	$y = 0.42x - 0.10$	268
SSW	0.62	$y = 0.30x - 0.01$	98
SW		※波浪データは1~2個程度で相関がとれなかった。	2
WSW			1

○南方系の波向きである波浪データを抽出すると相関係数が高くなる。

④ 風向き別で相関

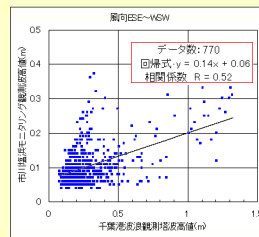
東京灯標との相関

(南よりの風[ESE~WSW]が吹いたときを抽出)



千葉港波浪観測塔との相関

(南よりの風[ESE~WSW]が吹いたとき抽出)



※千葉高波浪観測塔はH20年3月まで欠測、比較しているデータ数が少ない。

参考: 一方方向の相関係数・回帰式

風向き	相関係数(R)	回帰式	データ数
N	0.04	$y = 0.01x + 0.08$	529
NNE	0.06	$y = 0.01x + 0.08$	770
NE	0.34	$y = 0.08x + 0.06$	656
ENE	0.51	$y = 0.11x + 0.05$	552
E	0.57	$y = 0.16x + 0.04$	360
ESE	0.80	$y = 0.29x + 0.02$	348
SE	0.80	$y = 0.35x + 0.01$	262
SSE	0.85	$y = 0.34x$	180
S	0.76	$y = 0.32x$	602
SSW	0.82	$y = 0.31x$	635
SW	0.71	$y = 0.24x + 0.01$	92
WSW	0.79	$y = 0.41x - 0.01$	41
W	0.14	$y = 0.04x + 0.08$	72
WNW	0.79	$y = 0.25x + 0.03$	64
NW	0.03	$y = 0.01x + 0.08$	201
NNW	0.12	$y = 0.03x + 0.07$	1033

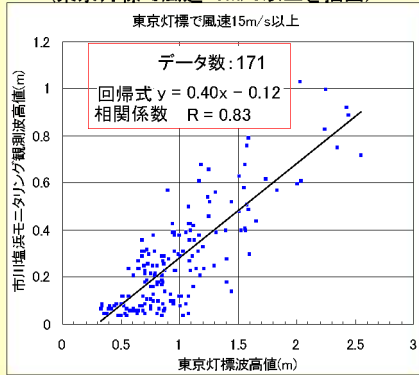
参考: 一方方向の相関係数・回帰式

風向き	相関係数(R)	回帰式	データ数
N	0.02	$y = -0.003x + 0.08$	223
NNE	0.09	$y = -0.02x + 0.08$	330
NE	0.08	$y = -0.02x + 0.08$	313
ENE	0.54	$y = 0.23x + 0.04$	330
E	0.69	$y = 0.55x$	232
ESE	0.51	$y = 0.46x + 0.02$	113
SE	0.62	$y = 0.61x - 0.01$	123
SSE	0.57	$y = 0.52x$	110
S	0.46	$y = 0.25x + 0.04$	79
SSW	0.41	$y = 0.12x + 0.06$	90
SW	0.85	$y = 0.17x + 0.04$	137
WSW	0.18	$y = 0.03x + 0.07$	117
W	0.06	$y = 0.01x + 0.08$	46
WNW	0.10	$y = 0.05x + 0.08$	36
NW	0.12	$y = -0.01x + 0.09$	32
NNW	0.22	$y = -0.02x + 0.08$	80

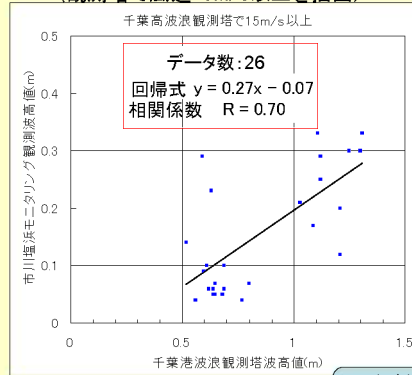
○風向き別に抽出すると南方系の風向きで相関係数が高くなる。

⑤ 風速別で相関

東京灯標との相関
(東京灯標で風速15m/s以上を抽出)



千葉港波浪観測塔との相関
(観測塔で風速15m/s以上を抽出)



※風速が大きい時の波浪データが少ない。

参考:他の風速での相関係数・回帰式

風速	相関係数(R)	回帰式	データ数
10m/s以上	0.78	y = 0.33x - 0.05	866
20m/s以上	0.83	y = 0.46x - 0.23	32

参考:他の風速での相関係数・回帰式

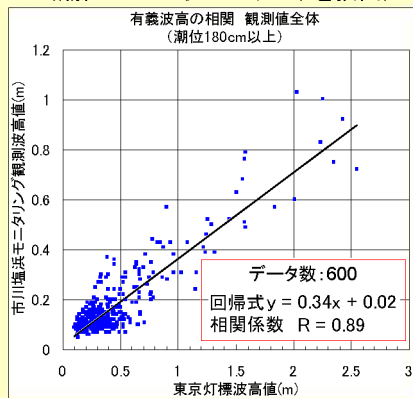
風速	相関係数(R)	回帰式	データ数
10m/s以上	0.64	y = 0.19x + 0.01	146

※20m/s以上の風速データは1回しかなく、相関がとれなかった。

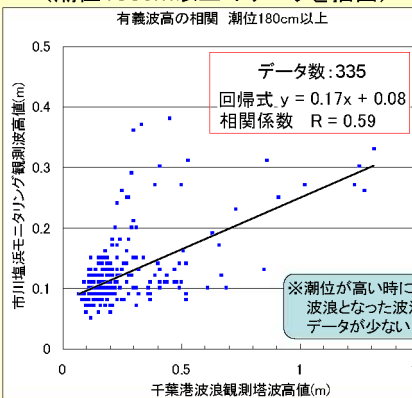
○大きい風速であったときの波浪データを抽出すると相関係数が高くなる。

⑥ 潮位別で相関

東京灯標との相関
(潮位180cm以上のデータを抽出)



千葉港波浪観測塔との相関
(潮位180cm以上のデータを抽出)



※潮位が高い時に高波浪となった波浪データが少ない。

参考:他の潮位での相関係数・回帰式

潮位A.P.	相関係数(R)	回帰式	データ数
50cm以上	0.71	y = 0.24x + 0.02	6050
100cm以上	0.78	y = 0.27x + 0.02	4402
150cm以上	0.83	y = 0.30x + 0.03	1974
200cm以上	0.96	y = 0.39x + 0.01	100

参考:他の潮位での相関係数・回帰式

潮位A.P.	相関係数(R)	回帰式	データ数
50cm以上	0.44	y = 0.12x + 0.06	2283
100cm以上	0.48	y = 0.13x + 0.07	1724
150cm以上	0.52	y = 0.15x + 0.07	884
200cm以上	0.67	y = 0.23x + 0.07	87

○高い潮位でのときの波浪データを抽出すると相関係数が高くなる。

市川海岸モニタリング観測波浪データと、
近傍の波浪観測地点との相関のまとめ 1-23

東京灯標との相関			千葉港波浪観測塔との相関		
データ比較内容	相関係数(R)	回帰式(類推式*)	データ比較内容	相関係数(R)	回帰式(類推式*)
全ての波浪観測データ	0.68	$y = 0.22x + 0.03$	全ての波浪観測データ	0.41	$y = 0.11x + 0.06$
波高1m以上の波浪データを抽出	0.75	$y = 0.45x - 0.20$	波高0.6m以上の波浪データを抽出	0.71	$y = 0.27x - 0.08$
波向が南寄りときの波浪データを抽出(方向別)	0.78 (0.29~0.89)	$y = 0.39x - 0.08$	風向き南寄りときの波浪データを抽出(方向別)	0.52 (0.18~0.85)	$y = 0.14x + 0.06$
風向き南寄りときの波浪データを抽出(方向別)	0.80 (0.03~0.85)	$y = 0.30x + 0.01$	大きい風速のときの波浪データを抽出		
大きい風速のときの波浪データを抽出	10m/s以上	$y = 0.33x - 0.05$	10m/s以上	0.64	$y = 0.19x + 0.01$
	15m/s以上	$y = 0.40x - 0.12$	15m/s以上	0.70	$y = 0.27x - 0.07$
	20m/s以上	$y = 0.46x - 0.23$	潮位が高いときの波浪データを抽出		
潮位が高いときの波浪データを抽出	50cm以上	$y = 0.24x + 0.02$	50cm以上	0.44	$y = 0.12x + 0.06$
	100cm以上	$y = 0.27x + 0.02$	100cm以上	0.48	$y = 0.13x + 0.07$
	150cm以上	$y = 0.30x + 0.03$	150cm以上	0.52	$y = 0.15x + 0.07$
	180cm以上	$y = 0.34x + 0.02$	180cm以上	0.59	$y = 0.17x + 0.08$
	200cm以上	$y = 0.39x + 0.01$	200cm以上	0.67	$y = 0.23x + 0.07$

※類推式の x は沖合観測地点の実測波高、y は市川海岸護岸前面の類推波高

- 千葉港波浪観測塔では、H18年3月以前に欠測があったため、比較したデータ数が少ない。また台風時などの高波浪のデータが入っておらず、相関係数は東京灯標との関係より相対的に低かった。
- 波高、風向き、波向き、潮位の状況を絞り込んで相関をとると、南方系の風向き、波向きするとき、潮位が高いほど相関が高くなる。
- 従って、市川海岸塩浜護岸前面の高波浪は比較データが多く、相関が高い東京灯標の波浪観測データを用いて、護岸及びその周辺に大きな影響を与えられ波を類推することが可能である。

(2) 砂つけ試験に係るモニタリング計画(案) 関係 1-24

- (1) 事業者がモニタリングを実施する期間が終了した後も、何らかの形で継続的にモニタリングが行われることが望ましい。
- (2) 試験実施に当たっては、人の侵入等による攪乱が懸念されるため、試験箇所管理について工夫をすること。

- 【対応方針】**
- ⇒当面は、試験終了後も護岸改修の全体モニタリングの中で、当該端部地点の状況を把握していく。
 - ⇒人の侵入等による攪乱への対応の工夫については、塩浜1丁目側からの人の侵入を阻むことは困難であることから、現地試験箇所への攪乱防止の看板の設置等の工夫を検討する。

