

# 西湘バイパス災害復旧工事の報告

## Disaster Restoration Work for Seisyo Bypass

藤波 亘\*  
Takeshi Fujinami

福永 憲敬\*\*  
Noritaka Fukunaga

### 要 約

平成19年9月の台風9号により、延長約1.1kmにわたって被災した西湘バイパスの災害復旧工事に関する報告である。復旧工事は2段階に分けて行われ、設計・施工により20日間で暫定2車線の対面通行、その後、平成20年4月25日に暫定4車線が開通した。本災害復旧工事は、資材調達が困難であり、また狭隘な施工場所の中、短期間での施工が余儀なくされ、また安全性の確保も要求された。このような様々な課題に関して、設計・施工面で解決策を講じ、無事工事を完了させた。

### 目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 応急復旧計画基本方針
- § 3. 応急復旧構造の設計
- § 4. 応急復旧施工計画と施工
- § 5. おわりに

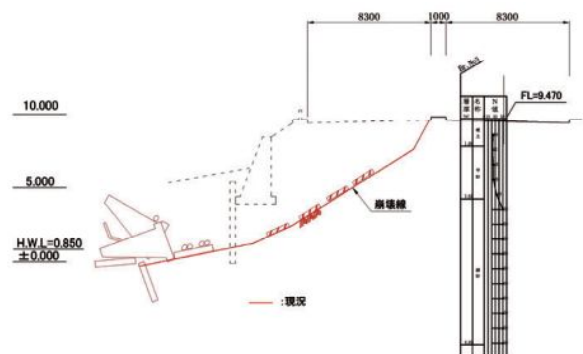


写真一 西湘バイパス被災状況 (横浜国道事務所より)

### § 1. はじめに

西湘バイパスは、平成19年9月6日から7日の台風9号の影響を受け、大磯西IC～橋IC間の延長約5.0kmにわたって被災した。このうち、国土交通省管理区間では、西湘二宮IC付近の1.1kmの範囲で重力式擁壁の倒壊、路床盛土の流出が生じ、最も被害が大きな箇所では4車線のうち海側2車線の路体部分まで被害を受けている(写真一1、図一1)。この結果、大磯西IC～国府津ICまでの約7.8kmが全面通行止めないし一部交通規制の状況となり、主要幹線である西湘バイパスの一日も早い道路機能の回復が望まれた。

この状況を受け、道路管理者である国土交通省横浜国道事務所は、「西湘バイパス構造物崩壊に関する調査検討委員会」を設置し、被災原因の調査と本復旧を踏まえた道路復旧方針の検討に対しての指導、助言を受けることとした。これにより、今回の工事範囲である暫定供用のための応急復旧計画も本委員会の指導・助言を受けながら進めることとなった。



図一 被災状況断面図

### § 2. 応急復旧計画基本方針

応急復旧方法を計画する上で、道路管理者から以下の基本方針が示された。

- 道路利用者の安全性の確保を第一優先とし、出来る限り早期に交通解放を行う。
- このため、段階的な応急復旧と道路構造の安全監視を適切に組み合わせて、安全性の確保と早期交通解放の実現を図る。

この基本方針に基づき、道路管理者から出来る限り早い段階で暫定2車線を対面通行により解放し、その後4

\* 土木設計部 設計課

\*\* 横浜(支)西湘バイパス(出)

車線を供用させるよう、応急復旧を2段階で実施するように指示され、極短期間で施工可能であり、また安全性の高い復旧構造の計画が要求された。

この2つの要求事項は、相反する面があるため、道路管理者と協議の上、供用後の安全性確保の手段として計測工を併用し、道路の安全管理を実施することとした。

§ 3. 応急復旧構造の設計

3-1 地質概要

復旧構造を計画する上で、まず初めに被災区間のボーリング調査を実施した。図-2に地質縦断面図を示す。

被災区間の地質は、砂質土層と砂礫層が主体であり、各層の分布は、沖積砂層 (T.P.+11.0 m~T.P.+5.0 m)、洪積砂層 (T.P.+5.0 m~T.P.-19.0 m)、洪積砂礫層 (T.P.-19.0 m~T.P.-77.0 m) となっている。洪積砂層は、N値50以上であり、比較的浅い位置で良好な支持層が出現している。

また、前浜で実施した土質調査結果より、GL-2.0 mで洪積砂層が出現したため、海側に関しては、これを設計条件とした。

3-2 暫定2車線復旧構造の設計

暫定2車線を復旧するまでの期間は、2週間程度しかなく、この期間で施工可能な構造として自立式鋼矢板土留め工が選定された。また、延長約1.1 km間を被災程度により分類し、鋼矢板打設範囲を特定した。

被災程度と復旧方法の一覧を表-1にまとめる。

表-1に示すとおり、タイプA、Bは、下り線の路体盛土が流出したため、斜面安定および自立式鋼矢板土留め工の受働抵抗確保を目的とし、海側に大型土のう積みを実施した。その他の範囲は、基本的に下り線が残っていることから鋼矢板打設のみとしている。

タイプAの復旧構造断面図を図-3に示す。

暫定2車線の供用は、表-1に示す構造にて実施することとしたが、タイプAおよびBに関しては、波浪の影響により大型土のうの流出が懸念されるため、供用後の早期に道路構造の安全性向上を目的として、グラウンドアンカーを設置することとした。

表-1 被災タイプの分類および暫定2車線復旧構造

タイプ	被災状況	延長	復旧構造
A	中央分離帯から下り線全ての盛土が崩壊	134 m	自立式鋼矢板 大型土のう積み
B	下り線中心付近から海側の盛土が崩壊	48 m	自立式鋼矢板 大型土のう積み
C	下り線法肩付近から海側の盛土が崩壊	298 m	自立式鋼矢板
D	下り線法肩付近から海側の盛土が崩壊 (重力擁壁は傾斜)	380 m	自立式鋼矢板

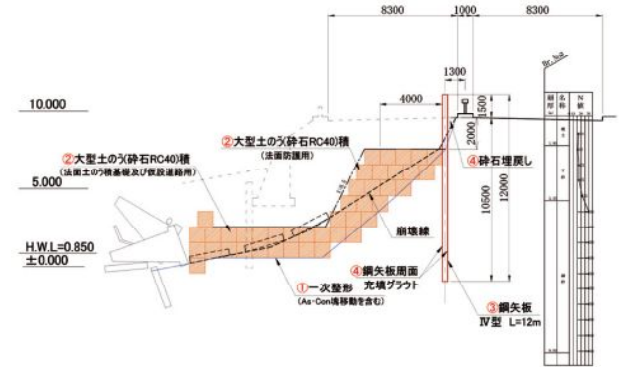


図-3 暫定2車線復旧構造断面図 (タイプA)

3-3 暫定4車線復旧構造の設計

(1) 復旧構造形式

暫定2車線供用後、来春の暫定4車線開通が決定し、早急に復旧構造設計を実施することとなった。復旧構造は、比較検討の結果、鋼矢板形式の擁壁構造が選定され、委員会の了承も得た。

また、今後の工事は2工区に分けられることとなり、弊社は、被災程度の大きい5K140~5K620の480 m区間の設計・施工を担当することとなった。

本工区は、延長480 mのうち380 mの範囲で下り線の路体盛土が流出しており、前面地盤高と路面高との高低差が10 m程度となるため、自立式鋼矢板土留め工の採用は難しく、控え杭タイロッド式土留めを採用した。隣接工区は、下り線路体盛土が大部分残っているためアンカー式土留め工を採用している。

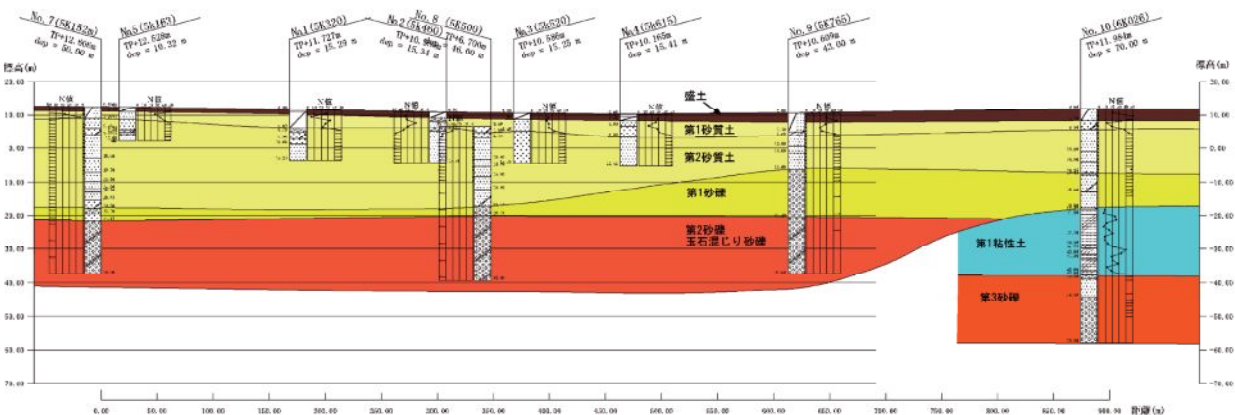


図-2 地質縦断面図

また、本工区は鋼矢板背面を埋め戻す必要があり、埋戻し材料の選定が重要となった。埋戻し材料の要求性能として、鋼矢板への荷重が軽減できる（自立性が高い）、施工時間が短いことが挙げられ、表一2に示すとおり流動化処理土を採用した。

暫定4車線復旧構造に関しても、被災状況、暫定2車線供用時の状況等を踏まえ、表一3に示すとおり3タイプとした。

(2) 洗掘防止対策

本復旧までの期間を考慮し、暫定供用中の洗掘対策が必要となった。そこで、以下の方法を検討した。

暫定供用中の洗掘深さを想定し、その想定洗掘深さ(図一4の推定支持層ライン)から鋼矢板の根入れ深さを設定した。推定支持層ラインに関しては、横浜国立大学谷教授の立会のもと、不攪乱試料(GPサンプリングによる)のコア観察を行い、浸食と堆積を繰り返す砂浜の層厚を確認した上で設定した。

鋼矢板前面の洗掘対策としては、ふとん籠および袋型被覆材を設置し、連結することで洗掘に対する抑止効果を高める方法を採用した。ふとん籠および袋型被覆材の重量は、暫定供用期間を5年程度として検討した結果、2t以上のものを使用することとし、波浪の影響を受ける頻度が比較的高いT.P.+5.0mまではふとん籠を、それ以上は袋型被覆材を敷設した(図一5参照)。

(3) 復旧構造設計

上記の設定条件の基、以下の方針により暫定4車線復旧構造の設計を実施した。

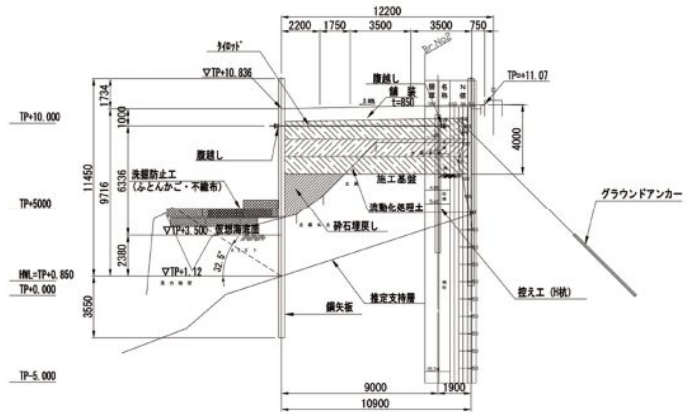
- 流動化処理土打設時は、自立式鋼矢板土留めにて安定させる(施工時の検討)。
- 控え杭タイロッド式土留め工に関して、常時・地震時の検討を実施する。その際、流動化処理土部分の荷重は、常時：土圧なし、地震時：慣性力作用とする。鋼矢板前面は、地形なりに有効と考えられる範囲の受働抵抗を考慮する。
- 推定支持層ラインまで前面が洗掘された場合の検討を実施する。その場合、部材の許容応力度は短期扱いとする。

図一4,5にタイプAとD-1の復旧構造断面図を示す。

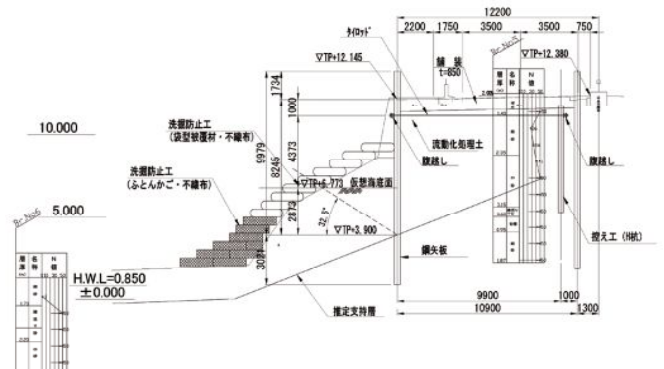
表一2 埋戻し材料選定表

埋戻し材料	ジオテキスタイル	流動化処理土	気泡混合軽量土
工期*	2	1	2
工費*	1	1	1.2
工費・工期条件	補強土材料は購入土片側施工となるため1班体制	民間と現場プラント供給が可能となるため1班体制購入材で算定	圧送が長く、プラント移設が必要型枠、シート張等の付帯工事が多い
評価	△	○	△

※流動化処理土を1とした場合の比率



図一4 復旧構造断面図 (タイプA)



図一5 復旧構造断面図 (タイプD-1)

表一3 被災タイプ別復旧構造

距離標	5K140~5K320	5K320~5K377	5K377~5K466	5K466~5K600	5K600~5K614	5K614~5K620	
被災断面タイプ	D'		B	C	A	C	D
被災区分	当初被災状況	2車線が残っている	下り線の一部が崩壊している	下り線の一部または全てが崩壊している			
	暫定2車線供用時の状況	上り線確保のため鋼矢板打設		上り線確保のため鋼矢板打設+グラウンドアンカー打設			
復旧断面タイプ	D'-1	D'-2	A				
仮設工事用道路の施工方法	下り線現況路盤	作業構台	現況路盤-4.0mにて施工基盤造成				
鋼矢板背面埋戻し材の選定	現場発生土		流動化処理土(鋼矢板IV型への荷重を軽減するために選定)				
鋼矢板長さの選定	IV型 13.0m		IV型 15.0m				

3-4 計測計画

(1) 計測項目

暫定2車線供用のための復旧構造は、短期間での施工であったため、供用中の波浪による影響まで考慮していない。したがって、道路構造の安全性確保を目的とした計測工を実施することとした。

計測項目を表-4 および図-6 に示す。

計測は、波浪による影響を受けた場合の復旧構造の被災状況を想定し、その被災段階ごとに挙動を管理できる項目を設定した。表-4 に示すとおり、被災の第1段階を海側の土のうの崩れと考え、次に鋼矢板の変形、最終的に路面の沈下に至るまでを観測する。

(2) 計測管理および通行規制

復旧構造の安全性確保の他に、走行性確保も加えた管理フローを作成した。フロー図を図-7 に、計測管理における管理値を表-5, 6 示す。

また、気象庁の沿岸波浪予測結果および神奈川県西部の波高予測から、現地海岸の波高を監視することで異常の兆候を察知し、管理体制に反映させた。台風時および大型低気圧発生時には24時間体制、震度3以上の地震発生時には計測値を確認することとした。

暫定4車線供用後に関しても、同様の計測管理を実施することとなった。

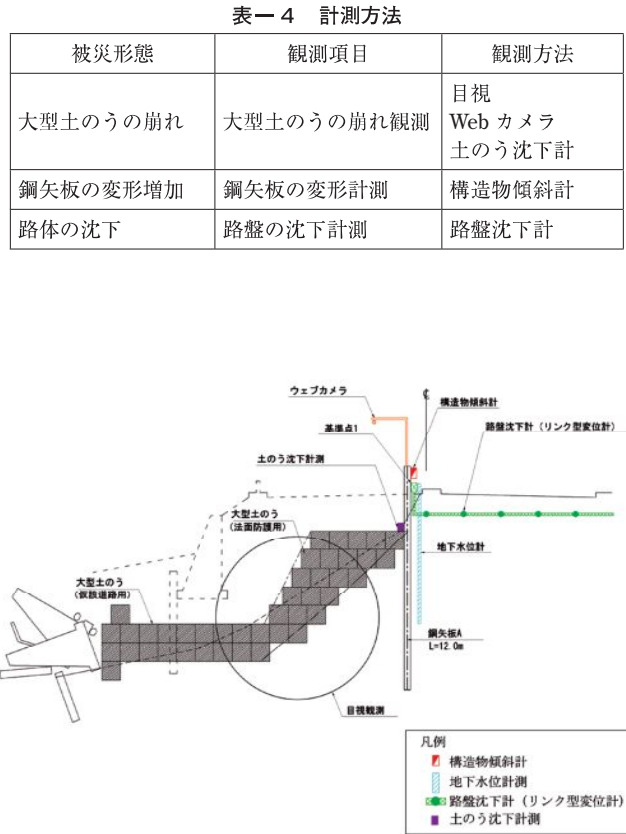


図-6 暫定2車線供用時計測項目

§4. 応急復旧施工計画と施工

4-1 施工計画上の留意点

工事は当初STEP1～STEP3の手順で行うことが計画された。各STEPは以下のとおりである。

- I. STEP1…上り線2車線対面通行による暫定開通までの道路安全性確保。
- II. STEP2…2車線暫定通行に対するさらなる安定化とSTEP3に向けた準備。
- III. STEP3…4車線開通に向けた道路安全性確保。

なお、復旧計画の過程で、STEP2はSTEP3に含め、削除した。ここでは、そのままSTEP2とする。

(1) STEP1における留意点

9月7日の被災当日から9月中の暫定開通を求められていたため、工程短縮のためのあらゆる手段を講じる必要があった。同時に、高波浪による二次災害対策も考慮に入れなければならなかった。STEP1の施工手順は以下のとおりである。

- ① 作業基盤として使用する上り線の安全性確認
- ② さらなる崩壊および洗掘防止(大型土のう設置)
- ③ 鋼矢板打設により上り2車線を安定化
- ④ 上り2車線安全性調査
- ⑤ 上り2車線暫定開通

STEP1では、被災後の不安定な状態から復旧開始となり、2次災害発生のリスクに十分な配慮が必要であった。また、工程を短縮するための方策として、機械台数の増

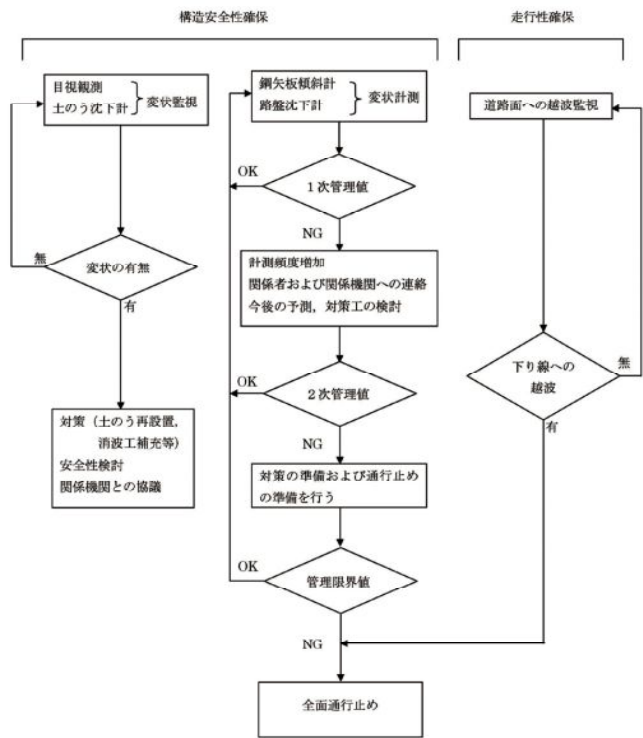


図-7 管理計画フロー

数や作業時間の24時間対応、労務員の確保、さらに、材料の迅速調達について、上り線2車線の狭隘なスペースを利用した有効な配置計画や、調達計画を行う必要があった。

#### (2) STEP2～STEP3における留意点

STEP2の施工は暫定開通した2車線を、高波浪時の鋼矢板前面浸食による土圧バランスを確保し、さらなる安定化を図る目的で、アンカー工を採用した。くずれた下り線側が作業スペースになるため、さらに狭隘となり、機械はもちろん、特に材料の供給について十分な検討が必要であった。

STEP3の施工は、復旧構造の検討を進めた上で、翌年の5月連休前に4車線供用開始が目標として設定された。復旧構造決定後に工程計画を含めた施工計画を策定する事となるが、狭隘な作業環境が継続することに加え、海側により近づくことから、高波浪による作業基盤の洗掘防止と、復旧構造の両立を図れるような計画が必要であった。

STEP2～STEP3の施工手順は以下のとおりである。

- ① 暫定車線側土留めにアンカー工施工
- ② 海側洗掘防止工施工
- ③ 海側タイロッド式土留め工施工
- ④ 流動化処理土埋戻し
- ⑤ 道路工および道路施設工
- ⑥ 開通準備
- ⑦ 4車線供用開始

なお、上記手順の中には被災した道路構造物の一部撤去や、人道などの施設復旧が含まれている。

#### 4-2 施工計画と施工

##### (1) STEP1の施工計画と施工

上り線2車線を利用した施工となることから、クレーンを配置すると巡回時には通行止めになる状態(写真一2)であり、資材の搬入、ウォータージェットや空隙充填工の水供給は時間単位での供給計画となった。例えば、交代時間や段取り替え時間を利用するなど、配置している機械が停止することを最小限にする計画を実行した。また、大型土のうなどの製作がともなう資材については、製作ヤードを設けて、製作完了したものを現地に投入し、2次災害リスクを低減するために現場での時間ロスを最小限にする計画で実行した(写真一3)。

鋼矢板はウォータージェット併用パイプロハンマーによる打設を行った。地盤の緩みによる上り2車線の沈下を防止する目的で、打設した鋼矢板周囲に空隙充填工を実施する計画をした。路面の変状については計測工を実施する計画であったが、暫定開通前には路面下の空洞調査を実施し、陥没等のリスクを排除した(写真一4)。

##### (2) STEP2～STEP3の施工計画と施工

上り線2車線を暫定開通した後の施工となることから、通行車両の安全確保が、絶対条件であった。鋼矢板土留めの安定は、高波浪による浸食を受けると大きく損なわ

表一5 計測管理レベルと通行規制

計測管理レベル	管理レベル	計測データ		通行規制
		鋼矢板水平変位	路盤沈下	
通常	1次	30 mm	15 mm	通常運行
異常時	2次	48 mm	25 mm	通行止め
	限界値	60 mm	30 mm	

表一6 計測管理レベル

計測/目視	項目	管理値	変状確認方法
計測	大型土のうの沈下	150 mm	管理値を超えた場合、目視にて異常の有無を確認する
目視	大型土のう	—	くずれ、落下の有無の確認
	消波工	—	流失の有無の確認
	鋼矢板のならび	—	鋼矢板の大きな倒れの有無



写真一2 上り線2車線利用の施工スペース



写真一3 大型土のう製作状況



写真一4 路面下空洞調査状況

れることから迅速な施工が必要である。

STEP2ではアンカー工により、鋼矢板の安定性を向上させる。幅4m、延長400mの作業スペースの中で削孔からグラウト注入、アンカー材や腹起材の運搬と施工を行う必要があった。有効な方法として、プラントからのグラウト圧送は、中継プラントを設けることで解決し、アンカー削孔を昼間、材料運搬と腹起材設置を夜間に行う計画として実行した。今回の工事では、中継プラントからの再圧送で400mのグラウト圧送を実現した（写真—5）。

STEP3では、4車線供用するためにタイロッド式土留壁の計画であったが、ここでも高波浪によるリスク低減のため、海側鋼矢板前面の洗掘防止対策を先行して行う必要があった。本復旧までの短期に対する洗掘防止と行うことであったが、当該地区の波浪状況を考慮すると重量がある材料が適当である。ふとん籠は、小さな重量の石も籠に多数入れることで重量を確保でき、隣接する籠と連結することも可能であることから採用され、特に、波浪を直接受ける箇所には有効であると計画した。迅速な設置のために場外による製作・搬入を行い、設置を行った（写真—6）。

タイロッド式土留め壁の内部は道路路体となる。路体には流動化処理土を採用する計画とした。流動化処理土は上述のとおり土留め壁への常時土圧を無視できるほか、細部まで行き渡ることにより、締め固め不良となるリスクを回避できる。しかし、施工計画上流動化処理土の供給能力に問題が発生した。民間のプラントからの供給では、運搬距離があることから必要量の供給に4~5ヶ月要する計算となり、4車線供用までの時間を履行できない。そこで、現場にプラントを設置し圧送する計画とした。現場プラントからは最長600mの圧送となるため、砂質土に細粒分として改良土を配合し、試験練りを実施した後、施工を実施した（写真—7）。

#### 4—3 施工の成果

高波浪によるリスクを前提とした施工計画により進めた結果、何度か高波浪の来襲を受けたが、大きく手戻りとなる被災を受けることなく施工を進めることが可能となった。

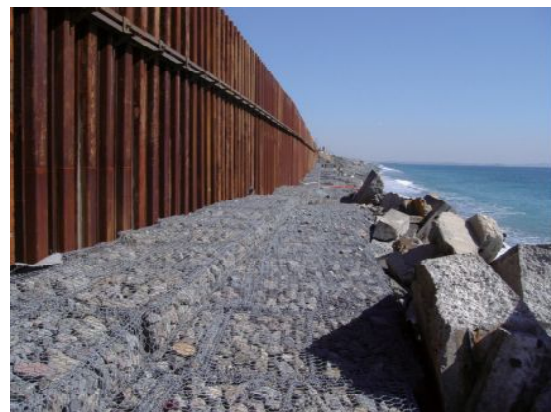
### §5. おわりに

西湘バイパスの災害復旧緊急要請を受け、被災の調査、復旧計画、設計・施工を担当し、4車線供用までの役割を果たすことができ、平成20年7月からは本復旧工事へバトンを渡した。

謝辞. 国土交通省横浜国道事務所の皆様には昼夜を問わず工事に尽力いただき、この場をお借りしてお礼申し上げます。



写真—5 アンカー施工状況



写真—6 ふとん籠設置状況



写真—7 流動化処理土プラントと打設状況



写真—8 暫定4車線供用状況