

海岸汀線部における消波ブロック等護岸工事

大成建設(株)	正会員	○黒澤 亘
中日本高速道路(株)	正会員	真田 修
中日本高速道路(株)	非会員	増井 大

1. はじめに

湘南海岸の西に位置する神奈川県中郡二宮町から小田原市風祭を結ぶ西湘バイパス（有料区間）は、中日本高速道路(株)が管轄する国道 1 号線のバイパスとして重要な幹線道路であるが、2007（平成 19）年 9 月に小田原市に上陸した台風 0709 号に伴う高波浪により海側車線の道路盛土の一部が吸出しを受けて被災する等の甚大な災害に見舞われた。

本工事は、応急復旧工事完了後に着手した西湘バイパス東側起点である西湘二宮 IC（0.0KP）から護岸延長 706m の区間に対する災害本復旧工事である。気象海象条件の厳しい海岸汀線部において、道路盛土を支持する重力式擁壁基礎部の吸出し防止壁を鋼管矢板および鋼矢板により構築し、応急復旧工事实施時に仮設的に投入された消波ブロック（16t 型テトラポッド）や捨石（0～300kg/個）を本設消波材として有効活用し、波浪から本線を守る消波ブロック護岸および根固ブロック護岸を築造したものである。

2. 工事概要

本工事における護岸の施工区間（護岸延長 706m）は、東側から①銀波橋区間、②金波橋区間、③第一盛土・擁壁区間、④第一船揚場区間、および、⑤第二盛土・擁壁区間の 5 区間から構成され、金波橋区間を除く 4 区間は、既設消波ブロックを本設消波材として有効利用する「消波ブロック護岸」とし、将来的に海水浴場に復旧する金波橋区間には「根固ブロック護岸」を築造した（図 2-1 参照）。

吸出し防止壁については、応急復旧工事で施工しなかった第一盛土・擁壁区間と第二盛土・擁壁区間にそれぞれ、鋼管矢板式および鋼矢板式の吸出し防止壁を施工した。

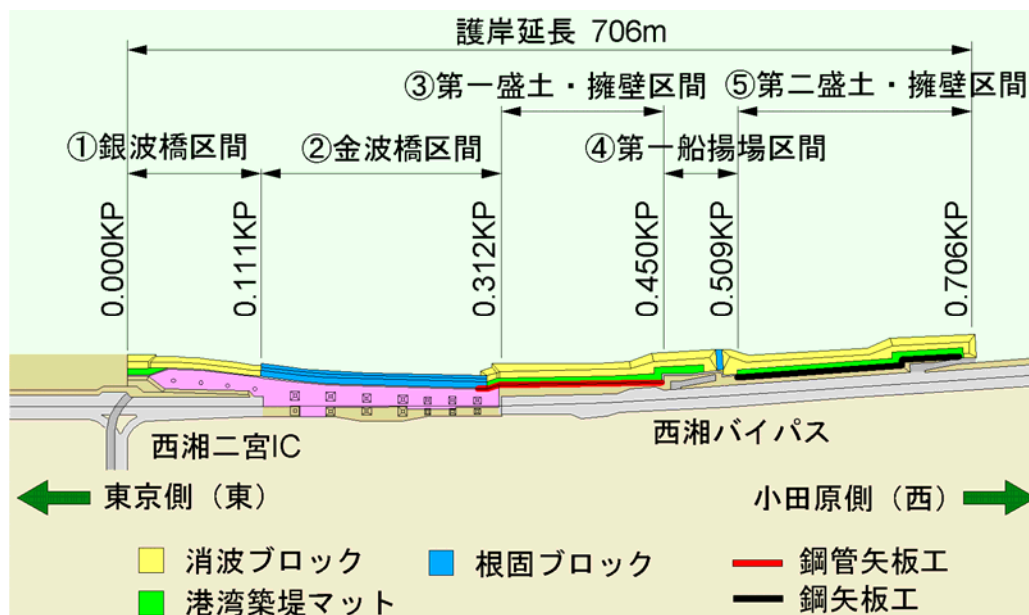


図 2-1 全体平面図

キーワード 消波ブロック護岸，根固ブロック護岸，鋼管矢板中掘り圧入工，置換掘削工，鋼矢板圧入工

連絡先 〒960-8041 福島県福島市大町 5-2 大成建設(株) 東北支店 福島復興総合事務所 TEL 024-526-0588

本工事における消波ブロック護岸および根固ブロック護岸の標準断面図を図 2-2、図 2-3 に示す。

既設 16t 型テトラポッドを有効活用する消波ブロック護岸（図 2-2 参照）は、まず、西湘バイパス本体の重力式擁壁前面に吸出し防止壁（鋼管矢板式または鋼矢板式）を設置する。その後、汀線部を掘削し、消波ブロックの沈下を防止する洗掘防止マットを海中に敷設し、隣接する他のエリアの海中から撤去した消波ブロック（16t 型テトラポッド）を 2 層積みにした。消波ブロック背面部には洗掘防止と既設捨石の有効活用を目的とした捨石埋戻しを実施し、既設捨石を詰め込んだ蛇籠である港湾築堤マットを既設重力式擁壁側に据付けた構造である。

一方、根固ブロック護岸（図 2-3 参照）は、応急復旧工事において既に完成していた吸出し防止壁の前面の汀線部を掘削した後、根固ブロックの沈下を防止する洗掘防止マットを敷設する。その後、現場で製作した根固ブロック（16t 型ストーンブロック）を階段状に 3 段据付け、養浜後に海水浴場として適する緩傾斜護岸を形成する構造である。

本工事完了後は、根固ブロック護岸にて神奈川県による養浜工事が実施されており、養浜により汀線が沖合側に戻され、沖合での進行波の早期碎波が促されるため、高波浪時における西湘バイパス本線への越波飛散量の抑制が期待されている。

また、養浜により、コンクリート製で人工的な印象のある消波材が養浜砂に隠れることから、当該海岸部における景観向上も配慮されている。

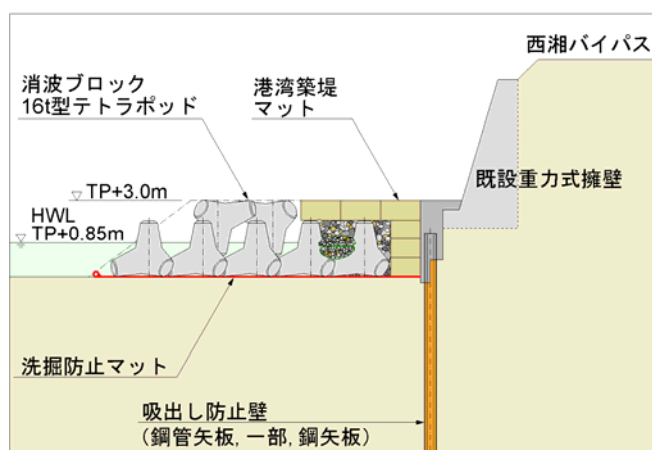


図 2-2 消波ブロック護岸 標準断面図

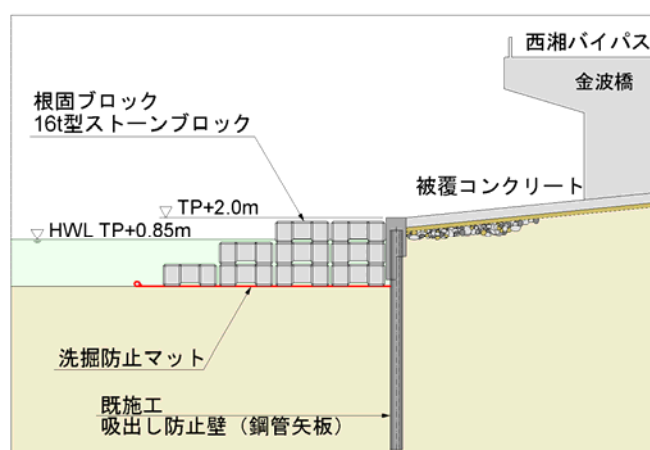


図 2-3 根固ブロック護岸 標準断面図



写真 2-1 消波ブロック護岸 施工完了



写真 2-2 根固ブロック護岸 施工完了

3. 施工報告

3-1 吸出し防止壁の施工

吸出し防止壁は、西湘バイパス本線を支える既設重力式擁壁直下の地盤の波浪による吸出しを防止するとともに、高波等により吸出し防止壁前面の砂浜が洗掘された場合に、本線盛土部および既設重力式擁壁部のすべりに対する安定を確保する構造物である。

吸出し防止壁の構造形式は、被災時における重力式擁壁前面の洗掘被災深度に応じて、第一盛土・擁壁区間では、鋼管矢板式（ $\phi 609.6\text{mm} \times t:12\text{mm} \times L:11.0\text{m}$ ）が、第二盛土・擁壁区間では、鋼矢板式（ V_L 型 $\times L:8.5\text{m}$ ）が採用された。

この吸出し防止壁は、海岸部における景観向上を考慮して天端高さを低く抑えた消波ブロックの据付に伴い、既設重力式擁壁つま先前面を掘削するための土留め杭（すべり抑止杭）としても機能する。

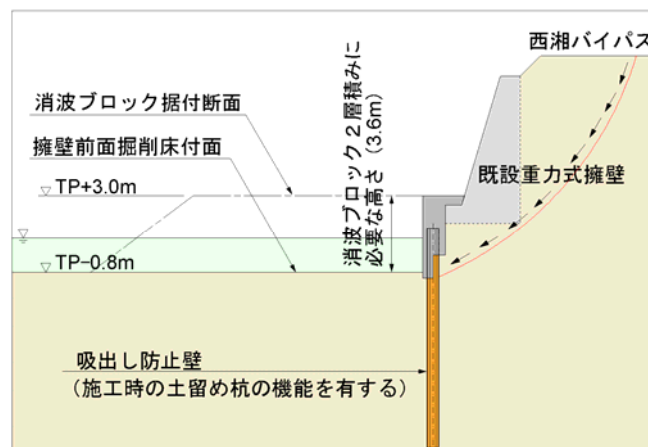


図 3-1 施工時における吸出し防止壁の土留め杭機能 説明図

吸出し防止壁の施工は、西湘バイパス本線を支える既設重力式擁壁や近隣住民への配慮から、低騒音・低振動工法による施工を実施した。

鋼管矢板式の吸出し防止壁は、捨石層やコンクリート製既設消波材等の障害物に対応するため、BG 工法による砂置換掘削工（ $H=5.0\text{m}$ ）を実施した後、3 点式杭打機による中掘り圧入工法により施工した。

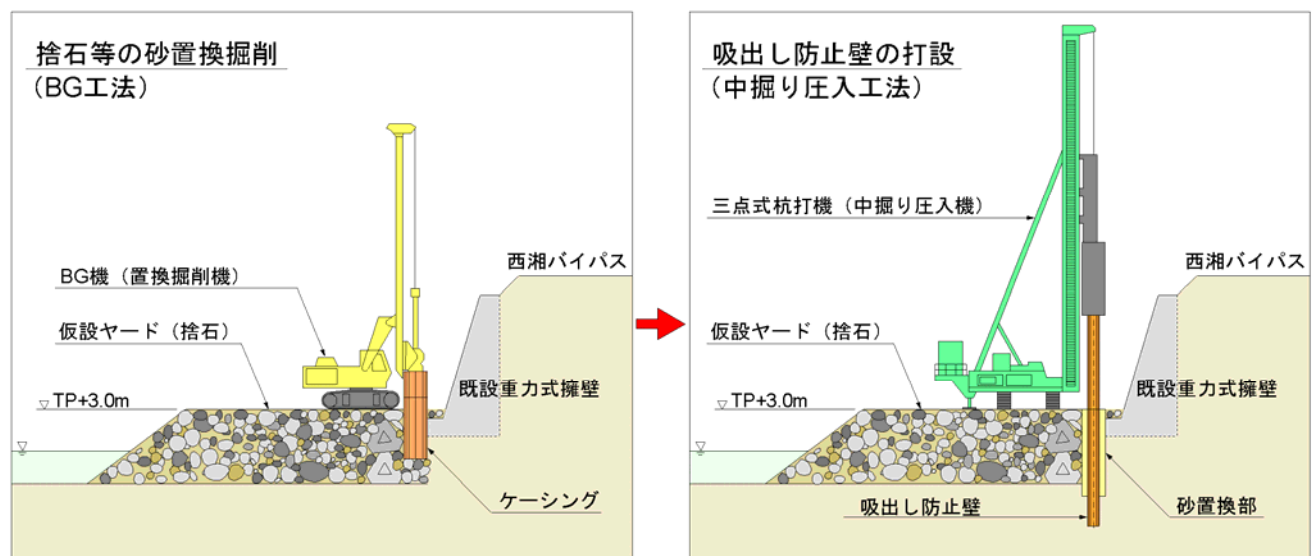


図 3-2 吸出し防止壁（鋼管矢板式）における施工手順説明図

ここで、BG 工法とは、ドイツ バウアー社の自走式油圧万能掘削工法であり、オールケーシング掘削方式が可能で、オーガーやハンマーグラブ、コアチューブ等の各種掘削アタッチメントを交換することにより、粘性土、砂質土、砂礫、岩盤やコンクリート塊などの多様な地盤・障害物を掘削・削孔する工法である。

また、鋼矢板式の吸出し防止壁は、捨石層やコンクリート製既設消波材等の障害物に対応するため、BG 工法による砂置換掘削工（H=4.0m）を実施した後、硬岩対応オーガー併用圧入工法（クラッシュパイラー工法）により施工した。

ここで、硬岩対応オーガー併用圧入工法とは、既に打設された鋼矢板の頭部を油圧チャックにより把持して反力を取り、硬岩対応用のパイルオーガーを装着した低騒音・低振動の鋼矢板静的圧入工法である。

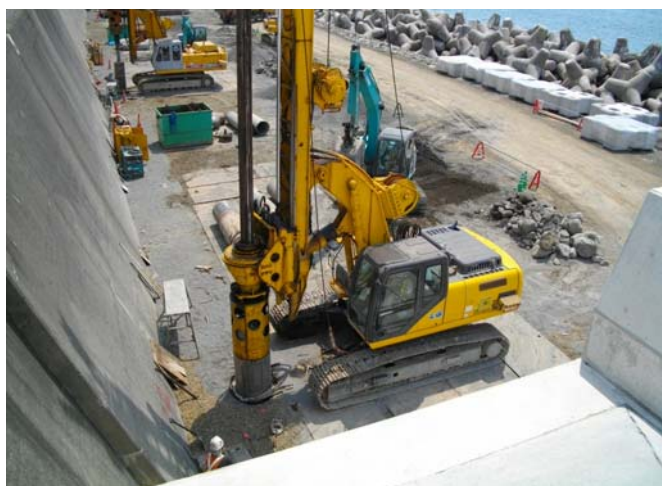


写真 3-1 BG 工法による砂置換掘削状況（BG-7 機）



写真 3-2 捨石等障害物切削状況（φ750mm）



写真 3-3 鋼管矢板中掘り圧入状況



写真 3-4 鋼矢板オーガー併用圧入状況

3-2 消波ブロック護岸の施工

消波ブロック護岸工では、「捨石掘削→洗掘防止マット敷設→港湾築堤マット 5t 型据付→消波ブロック据付→捨石埋戻し→港湾築堤マット 10t 型据付」の施工サイクル（図 3-3 参照）を繰り返し実施した。

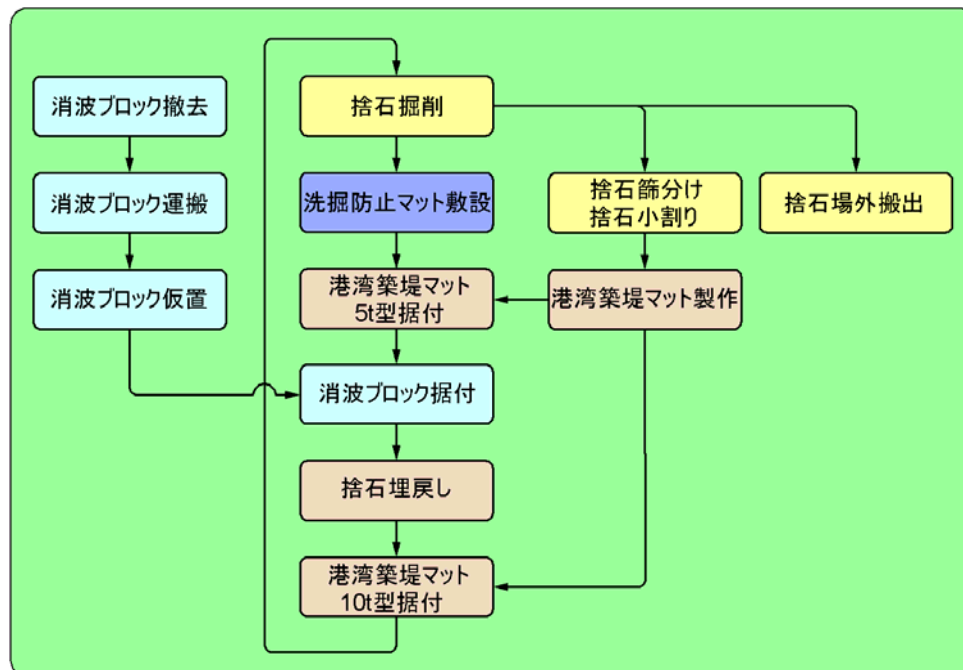


図 3-3 消波ブロック護岸工における施工フロー

捨石掘削（掘削深度 $H=3.6\text{m}$ ）は、施工条件に応じて、仮設捨石ヤード上（ $\text{TP}+3.0\text{m}$ ）からのバックホウおよびクラムシェルによる陸上施工と起重機船（200t 吊）によるオレンジグラブ海上施工を実施した。

掘削された捨石は、消波ブロック背面への埋戻し材料や港湾築堤マットに詰める材料として有効活用し、余剰捨石は場外搬出した。場外搬出された捨石の大半は、相手先との工程調整を実施した上で、捨石を必要とする現場周辺地方自治体の土木事業への有効利用を図った。



写真 3-5 捨石掘削状況（陸上施工）



写真 3-6 捨石掘削状況（海上施工）

洗掘防止マットは、護岸法線方向の幅 5m、厚さ 5mm の軟質塩化ビニール樹脂製であり、100t 吊クローラクレーン（一部、起重機船）により揚重し、潜水士により海中に敷設した。



写真 3-7 洗掘防止マット敷設状況 (1)



写真 3-8 洗掘防止マット敷設状況 (2)

港湾築堤マットは、ステンレス製の籠材の中に小割りしてサイズ調整した捨石を詰めて現場製作した。

製作された港湾築堤マットは、場内運搬後、吸出し防止壁沿いに 5t 型 (B;1.5m×L;2.0m×H;1.0m) を 3 段積み上げ、埋戻し捨石が飛散ないように護岸天端部に 10t 型 (B;2.0m×L;3.0m×H;1.0m) を 1 段 3 列で、100t 吊クローラークレーン (一部、起重機船) と潜水土により据付けた。



写真 3-9 港湾築堤マット製作状況



写真 3-10 港湾築堤マット据付状況

消波ブロックは、応急復旧工事において現場海域に投入された 16t 型テトラポッドを海中から撤去し、場内運搬・仮置き後、水平 2 層積により本線を守る消波材として有効活用した。

消波ブロック撤去・据付は、100t 吊クローラークレーン (一部、起重機船) と潜水土により実施した。



写真 3-11 消波ブロック場内運搬状況



写真 3-12 消波ブロック撤去状況 (海上施工)

3-3 根固ブロック護岸の施工

根固ブロック護岸工では、「捨石掘削→洗掘防止マット敷設→根固ブロック据付」の施工サイクル(図 3-4 参照)を繰り返し実施した。施工ヤードが狭隘なため、根固ブロック製作は据付進捗に合わせて実施した。

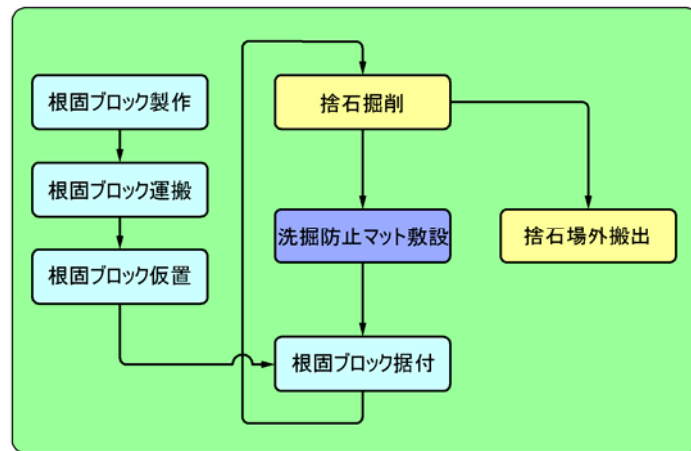


図 3-4 根固ブロック護岸工における施工フロー



写真 3-13 洗掘防止マット敷設状況



写真 3-14 根固ブロック製作状況



写真 3-15 根固ブロック運搬状況



写真 3-16 根固ブロック据付状況

4. 施工上の問題点と対策の実施

4-1 掘削箇所の堆砂による埋没と波除け捨石堤の築造

本工事では、重量物である消波材の据付時におけるクレーンの作業半径に関する制約があるため、護岸法線方向約 5m の施工延長毎に、①掘削→②洗掘防止マット敷設→③消波材据付（消波ブロック／根固ブロック）を繰り返す必要がある。

掘削における床付面は、相模湾の沖合から常時打ち寄せる波浪と漂砂・堆砂の影響を受ける汀線部であり、掘削箇所や既に設置した消波材・洗掘防止マットが漂砂・堆砂により埋没し、洗掘防止マットや消波材の出来形不良を引き起こす現象が見られた。

そこで、本工事では下図に示す「波除け捨石堤」を仮設的に築造し、掘削箇所や既に据付けた消波材の漂砂・堆砂による埋没を防止した。これにより、消波材等の据付水域における静穏性が改善されるだけでなく、波浪による吊荷の揺れが解消され、稼働率および施工上の安全性が向上した。

また、波除け捨石堤の築造によって掘削時に発生する汚濁水の拡散防止効果も見られ、環境保全上のメリットも得られた。

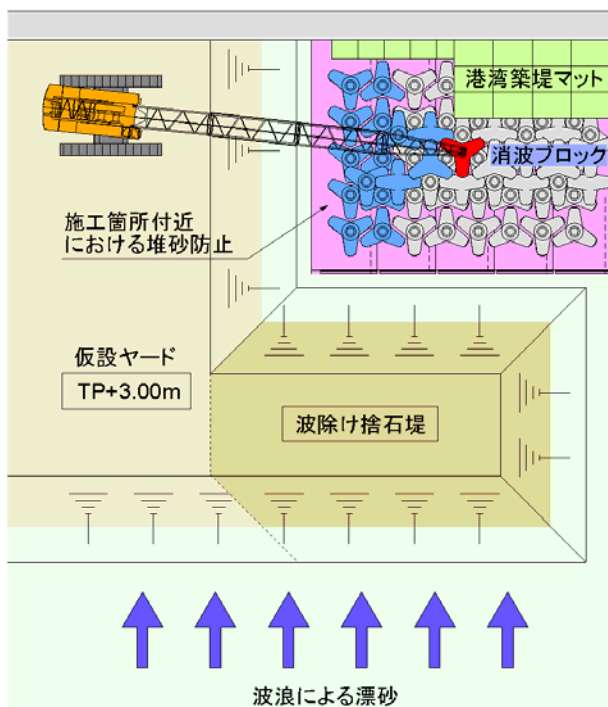


図 4-1 波除け捨石堤 説明図



写真 4-1 波除け捨石堤設置状況

5. おわりに

本工事は、常時波浪が打ち寄せる防波堤の無い相模湾に面した海岸汀線部に位置し、台風等に伴う暴波浪の来襲等、厳しい自然条件下での施工であったが、工事関係者の努力と熱意、関係各位のご支援・ご協力によって、延長 706m の消波ブロックおよび根固ブロック護岸を、無事、工期限内に完成させることができた。

ここに、本工事に従事した協力業者の皆様に感謝の意を表し、ご指導、ご支援して頂いた発注者、近隣・地元関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。