

工程確保の取組みについて

下新川海岸生地有脚式離岸堤工事
株式会社 本間組
現場代理人 高塚 慶

1. はじめに

(1) 下新川海岸有脚式離岸堤工事の概要

本整備事業は、平成20年2月24日に発生した富山湾特有の「寄り回り波」による高波により、一般住宅への浸水や海岸施設等の多くに被害が発生した災害を受け下新川海岸の生地・越湖地区の沖合に離岸堤整備を行うものであった。当該地区における離岸堤整備の特徴として、海底地盤が急傾斜し、従来工法のブロック積離岸堤では、波浪による堤体安定確保が難しいため、有脚式離岸堤工法（S-VHS工法）が採用されており、昨年の1基目に引き続き今年度は2基目と3基目の整備を行う最終年度の離岸堤整備であった。

本工事は生地沖に1基（L=100m/1基当り）整備するものであり、工事の概要は以下の通りである。



下新川海岸(生地沖)の離岸堤整備

表 1-1 工事概要

工事名	下新川海岸生地有脚式離岸堤工事
施工場所	富山県黒部市生地地先
工期	平成24年1月19日～平成24年11月12日
主要工種	鋼管杭打設 46本（φ1,000～φ1,100, L=42.5～38.0m） 堤体ブロック据付 39個（運搬29km:24個, 3.2km:15個） 連結管設置 20本（φ600）、間詰工 1式 電気防食工 1式、付属工 1式、仮設工 1式

また、当工事のほかに越湖沖に1基（L=100m/1基当り）を同時に整備するため、離岸堤工事はブロック製作工事が4工事、そして当工事を含む2工事の設置工事、合計6工事（4業者）が離岸堤整備を行った。

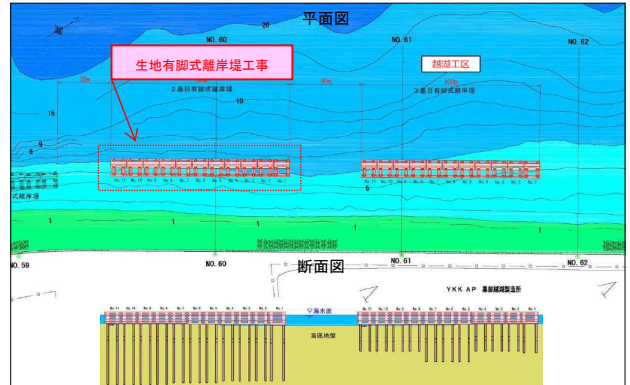


図 1-1 離岸堤整備位置図

(2) 工程遅延要素の抽出

昨年度の離岸堤整備（1基目）は平成22年10月より堤体ブロックの製作を行い、平成23年5月～10月にブロックの設置と約12ヶ月を経て整備を行った。今年度の工程として、平成24年2月に詳細設計が確定。これにより鋼管杭の工場製作に着手、5月～10月にかけて2基目、3基目の本体ブロックの製作工事と設置工事を同時平行に進め、約6ヶ月で整備を行うものであり非常に厳しい工程管理が求められた。



凡例
■ ブロック製作
■ 鋼管杭打設
■ ブロック据付
■ 間詰工、付属工等

※1 主要工種を比較したもので準備工等は省略
※2 1基目の工程は概要資料による工程表を参考に記載
※3 ブロック製作については養生期間を含む

図 1-2 前年度と今年度の工程比較図

- 全体の工程進捗（ホールドポイント）としては
- ①7月末にブロック製作が完了予定（引渡し）であるため、7月末までに2基分の鋼管杭打設を完了する
 - ②キジハタ漁期が最盛期に入る前の8月末までには、堤体ブロック据付を2基分完了する
 - ③間詰工、付属工等の作業はキジハタ漁期であるため作業時間は8：00～15：00（地元要望事項）
 - ④ブロック製作工事と設置工事との連携を図る

上記が本工事を進めるうえでのホールドポイントと捉え工程管理を行うこととした。

そこで、工程遅延要素を抽出することにより、具体的な対策を行った。

表 1-2 工程遅延要素の抽出

	ホールドポイント	工程遅延要素
①	鋼管杭の確実な打設	長尺の鋼管杭(L=約40m)の高止り防止対策 鋼管杭打設の施工サイクルに影響の無い富山新港からの鋼管杭運搬方法
②	ブロック据付の効率化	富山新港における陸上運搬方法(岸壁安定確保と海上運搬に影響の無い施工サイクル確保) キジハ漁期前に据付完了するための工程短縮
③	キジハ漁期における作業時間の確保	くろべ漁協との連絡調整 キジハ漁期に影響の無い作業時間確保のための施工方法
④	ブロック製作工事と設置工事との連携	ブロック据付工事(2工事)と製作工事(4工事)との工程連携 ブロック製作工事からの引き渡しの円滑化

当工事の現場特性として①急峻な地形に確実かつ正確に鋼管杭を打設する、②海上輸送L=29km〔富山新港~生地沖〕を円滑に運搬する、③ブロック製作工事との工程調整と円滑なブロック引渡し、これらを重要管理ポイントとして施工を行った。



図 1-3 海上輸送位置図

本報告はこれらの工程遅延要素に対する取組み(対策)について行う。

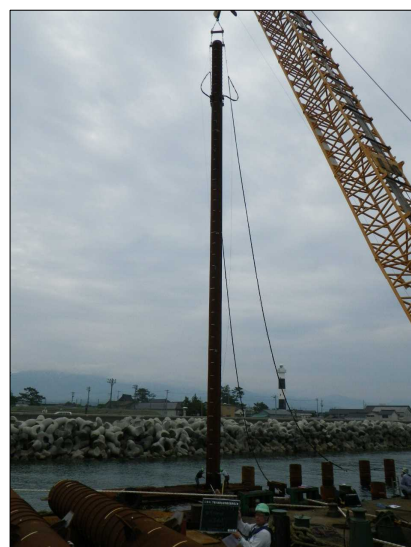
2. 工程確保の取組み

(1) L=約40mの鋼管杭工の打設

a) 鋼管杭打設時における高止り防止対策

詳細設計により鋼管杭長がL=39.3m~20.0mからL=42.5m~38.0mに変更となり、より確実にそして

正確に打設する必要があった。打設は5月23日より終点側(No.11)から起点側(No.1)に向かって施工を行った。天候が不順であり6月20日からは台風4号の影響もあり7日間荒天待機が続くなど、厳しい工程管理を強いられた。



鋼管杭 L=40m の建込み状況

(写真奥は生地鼻灯台 H=30.4m)

そして7月2日にはNo.1-6の鋼管杭(φ1,100mm, L=39.0m)の打設を行い、打設時間に1時間30分/本を要し、打ち止め管理では6分59秒/10cmとなり、振動測定値は69.9dB(最大値)と規制値以内ではあるものの、残り5本を打設するには地域住民に非常に負荷をかけると判断し、工法検討を行うこととした。

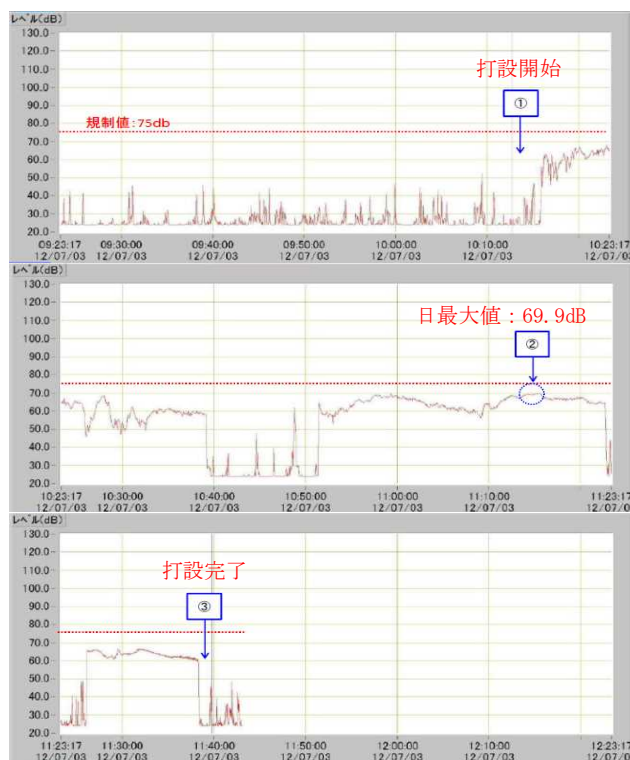
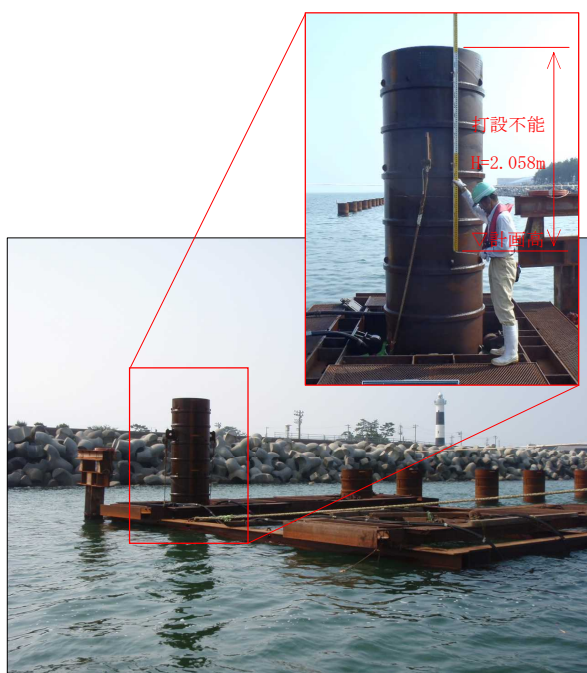


図 2-1 No.1-6 鋼管杭打設時の振動測定結果

ここまで41本の鋼管杭打設はウォータージェットカッタ（895L/分）を3台にて施工を行ってきたが、4台に増設しジェット圧力を高めることで杭周辺の摩擦抵抗を軽減することとした。また、検討期間中は3基目の越湖工事を進め、3基目のNo.1（φ1,100mm、L=33.5m）で検討結果の検証を得てから再開を図った。

7月27日にNo.1-5（φ1,100mm、L=39.0m）の打設を再開したが、58分経過した時点で計画高よりL=2.058m高い位置で打設不能（打設停止の10分間で約50mmの打設量となり過負荷による鋼管チャックの擦り減り、就業時間）となった。高止りとなった杭は、一晩ウォータージェットを稼働し、閉塞したと思われる鋼管杭内外の砂礫を緩めることにより周面摩擦の低減を図った。この時のジェット水圧は約6Mpaと半開運転を行い、周辺住民へは1軒毎に事情説明を行い理解を得てからの対策であった。翌7月28日に、ジェット水が海面まで上昇していることが確認され、鋼管杭内外の砂礫に水道ができたことにより、フリクションカットされているものと判断し、再打設を行った。再打設開始35分後には計画高まで打設完了し事無きを得た瞬間であった。周辺住民には、初夏の寝苦しい一晩、御迷惑をかけ理解頂いたことに感謝の念で一杯であると同時に、日頃より発注者、受注者による工事説明、地域貢献活動、地域コミュニケーションの大切さを痛感させられた。しかしながら、残り4本を瀬戸際の中で打設することは、非常にリスクが高いと判断し再度検討を図った。



No.1-5 における高止り状況

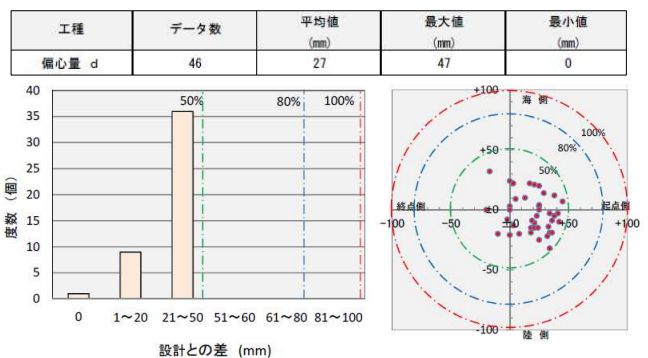
表 2-1 工法比較検討表

	① 案	② 案	③ 案
工法	ジェットカッタを増設	パイプロハンマ規格UP	ジェット配管の追加
施工方法	ジェットカッタを4台から6台へ増設する	モーター出力180kWから240kWへ規格UPする	鋼管内部にジェット配管を追加
効果	○ ジェット圧力を更に高め外部摩擦を軽減	○ 起振効果が2倍	○ 鋼管内部摩擦を軽減
振動影響	○ パイプロ起振力が変わらないため既往測定結果	○ 起振力が増し影響を及ぼす可能性がある	△ パイプロ起振力が変わらないため既往測定結果
騒音影響	△ エンジン音が増し影響を及ぼす可能性がある	△ 発電機容量が増し影響を及ぼす可能性がある	△ 既存機械のため既往測定結果
工期	◎ 2日程度で施工開始可能	◎ 現段階で9月頃の納期	× 配管加工等で8月下旬
評価	○ 工期に影響無し既存工法の増設で確実性が高い	○ 工期に問題振動影響が懸念	× 工期に問題摩擦軽減は最も効果

今後の工程を勘案した結果、①案のウォータージェットカッタ（895L/分）を6台に増設して残り4本を打設することとした。検討から再開まで1日で起重機船上に増設機器を調達・セットし、打設再開を行った。約2時間/1本を要した4本の打設は8月5日迄にようやく46本の鋼管杭打設完了となった。

52日間を要した鋼管杭の打設は出来形精度に成果が表れ平均偏心量d=27mm、最大偏心量d=47mm（規格値：d=100mm以内）、最大傾斜5%（規格値：10%以内）に収め、後に施工を行う堤体ブロック据付においては、円滑な施工が可能となった。

表 2-2 出来形測定表（偏心量d）



b) 鋼管杭運搬時の工夫

鋼管杭は工場製作によって3本の杭種を工場溶接で計画長に製作し、シアキーを取付けた後、工場（北九州）から海上運搬により鋼管杭製作ヤード（富山新港）に搬入を行う。鋼管杭製作ヤードではウォータージェット配管、ブロック受ブラケット等の付属物を鋼管杭に設置し、現場（生地沖）まで台船にて海上運搬し打設を行う。富山新港における鋼管杭製作ヤードでは以下の工程遅延対策が必要となった。

①製作ヤードにおける作業時間は平日の8:00~17:00(上記以外の作業時間は入場不可)

土休日または時間外での鋼管杭積込み作業が行えないため、富山新港～生地沖まで約3時間要することを勘案すると、打設時間は平日の約2時間となり工程に大きな影響を及ぼすこととなる。

②製作ヤードが92m×50mであるため、2工事分の製作ヤードが同時確保できない

製作ヤードでは38本分の製作スペースしか確保できないため、荒天等による現場稼働が滞った場合は工場から搬入される鋼管杭が荷揚げできず、打設可能な杭(付属物設置済)をストックできない状況が懸念された。

以上のことから、鋼管杭の運搬台船を2隻体制とし、付属物設置完了した鋼管杭は2隻の台船上で積置きし交互に運搬することにより打設時間に影響を与えない対策を行った。

台船は1隻目:5本積、2隻目:8本積と計13本が常時運搬可能であり、2隻目については近県の在港船では保有の無い2,000t積級の大型台船を九州から搬入し大量輸送を可能とした。



1隻目(写真左)と2隻目による運搬状況

(2) ブロック据付の効率化

a)富山新港における陸上運搬

富山新港で製作するブロックは当初計画では200t吊オールテレーンクレーンで2台同時に吊り陸上運搬を行い、岸壁に仮置きを行う。しかしながら、ブロックを仮置きする岸壁が昭和55年完工から30年以上経過し、岸壁の健全度調査が実施されておらず、クレーンとブロックの上載荷重に耐えられない可能性があることが判明した。

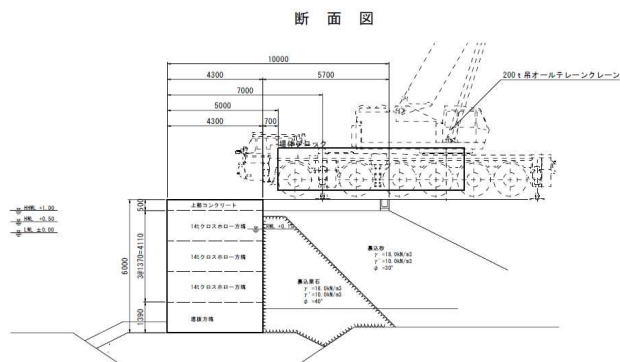


図 2-2 オールテレーンクレーンによる陸上運搬計画図

また、オールテレーンクレーンによる運搬においては、岸壁から最も遠い位置にて製作されたブロックは約50m運搬が必要であり、クレーン最大作業半径R=6.8mで2台同時吊りで1回当たり4.3mしか運搬できないため、10回転置しながら運搬することになる。よって海上運搬～据付の施工サイクルに支障(陸上ブロックの運搬待ち)をきたす恐れがあった。

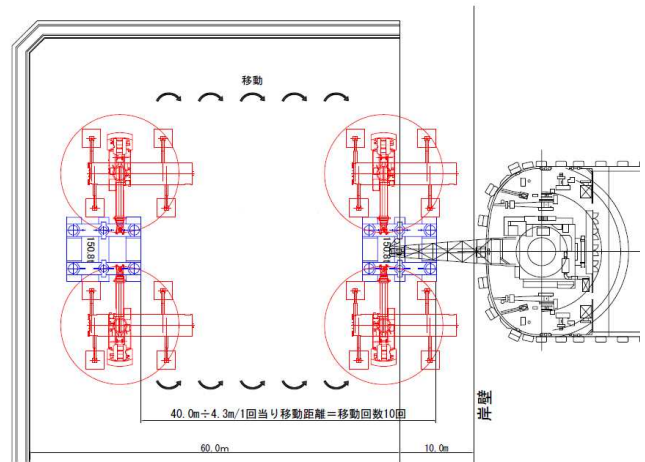


図 2-3 オールテレーンクレーンによる陸上運搬概念図

そこで岸壁にクレーンが上載しない機種選定を行い、180°旋回可能で最大作業半径R=12mの450t吊クローラクレーンにて陸上運搬を行うこととした。これにより運搬能力も向上し日最大7個の運搬を行い、ブロック引渡しの翌日には海上据付が可能となる体制を図った。



450t吊クローラクレーンによる陸上運搬状況

b)スパッド式起重機船によるブロック据付

前述した鋼管杭の海上運搬同様に、富山新港からのブロック運搬は約3時間要するため、安全かつ円滑に運搬を行う手段の検討を行った。

通常の起重機船はブロックを運搬し据付を行うためには、起重機船の四隅からアンカーを投錨および陸上固定アンカーに係留を行い、ウィンチ操作により起重機船位置の微調整を行い、起重機船セット完了

後に据付を行うことになるが、潮流が速く急峻な海底地形の当現場においては、現場入域から起重機船セット完了までに1時間程度要し、帰港を含む運搬作業に5時間を要する。よってスパッド式起重機船によりアンカー作業の省略を図ることで、据付作業時間の短縮を図った。スパッド式とは起重機船を油圧杭式アンカーで海底地盤に打ち込み船体を固定するため、アンカー作業を必要とせず現場入域から起重機船セット完了までは十数分で完了する。富山新港からの堤体ブロック据付作業は日最大6個の据付を行い、6日/24個（設計：12日/24個）で据付完了を行い、大幅な工程短縮を行った。また、アンカー式の起重機船はアンカー投錨範囲が約200m(長さ)×100m(幅)に対し、スパッド式は自船船体寸法範囲（約60m×25m）で良いため、越湖工事の鋼管杭工施工と平行に、堤体ブロックの据付が可能であった。



スパッド式起重機船によるブロック据付状況
(写真奥は越湖工区の鋼管杭打設)



起重機船と台船の運搬による据付状況（6個/日）

(3) キジハタ漁期における作業時間の確保

9月以降の作業は間詰工、付属工等であり海上での起重機作業が続くため、キジハタ漁期における作業時間の制限（8：00～15：00）により工程に影響を及ぼすことがないように工事を進めて行くことが必要となった。

a)くろべ漁協との連絡調整

くろべ漁協とは、漁期に入る前から施工進捗、施工方法を連絡し、キジハタ漁が行われる日には作業調整を行うように、入念な打ち合わせを行った。

週間工程に作業船の稼働予定や沖停泊の有無、作業時間などを明確にし、また工程進捗を報告することにより円滑な作業を図った。

結果的には9月30日の台風17、18号が接近するまで、キジハタ漁は行われることが無く、10月の作業終盤を迎えた時期のみ作業調整が図られた。

b)海上起重機作業の短縮

間詰工作業における足場をユニット化することにより、海上作業時間の短縮を図り、キジハタ漁期の作業時間に影響を及ぼすことが無いよう対策を図った。足場をユニット化することにより、台風等の荒天時における撤去・復旧作業が半日で行うことが可能となったため、稼働率の低下する9月、10月の作業では特に有効な手段となった。



間詰工足場および鋼管仮設杭足場の設置状況



間詰工足場(写真左)と鋼管仮設杭足場のユニット化

(4) ブロック製作工事と設置工事との連携

ここまでは、工事の工程確保に対する取組みについて説明してきたが、当工事が計画通りに進捗するためには、ブロック製作工事との連携が必要不可欠であった。

ここでは6工事による工事関係者連絡会における取組みについて報告を行う。

a)工事関係者連絡会を通じた工程管理

今年度の離岸堤整備は、6工事（4業者）がブロッ

ク製作工と設置工を同時進行し、離岸堤を整備する必要があった。そのため、ブロック製作期間中は鋼管杭の打設を行い、ブロック製作完了後（所定強度発現後）に遅滞なくブロック設置工事に引渡し、海上据付を行うことが、全体工程を確保するうえで最も重要であった。

工事関係者連絡会では、設置工事（2工事分）の全体工程とホールドポイントを施工計画段階で提示し、更に据付順序を事前に明確にしておくことにより、ブロック製作順序を決定してもらうこととした。これは、ブロック製作を行ううえで、ガイド管が4工事同時納入できないことが判明し、据付順序毎にブロックを製作することで、全体工程に影響が無いように調整を図った。

また、鋼管杭を先行して設置するため、据付時の鋼管杭とガイド管の干渉を防止するため、打設精度の目標設定や、ブロック製作におけるガイド管の設置精度を向上することも、円滑な据付工程を確保するうえで重要であることを共有し施工を行った。

b)ブロック製作から引渡しまで

ブロック製作前に据付順序を明確にし、据付順序毎に引渡しが可能となったが、据付を早期に開始するために、引渡しはブロック製作工事毎に全数引渡しを受けるのではなく、養生が完了し設計強度が確認されたブロックを段階的に引渡しを行った。そのため7月以降に打設したブロックはσ28強度のほか、その前の段階で設計強度を確認し引渡しを行うことで、工程の短縮を図った。

表 2-3 引渡しと据付工程表

No.11					No.10				No.9			No.8			No.7		No.6	No.5	No.5			No.4		No.3		No.2		No.1
③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	
7/25	7/25	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	8/5	8/9	8/10	8/11	8/17	8/17	8/17	8/17	8/17	8/18		
①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	
7/25	7/25	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	7/31	8/5	8/9	8/10	8/11	8/17	8/17	8/17	8/17	8/17	8/18		
③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	③	④	
7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	
①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	
7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/23	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	7/26	

7/17引渡し① 12個
 7/26引渡し② 9個
 7/31引渡し③ 3個
 7/26引渡し 15個

福山新港ヤード (24個) 戸崎ヤード (15個)
 ブロック製作その1 ブロック製作その2

また、鋼管杭の打設管理が規格値以内であっても鋼管杭とガイド管のシアキーが干渉し設置が行えないため、鋼管杭の打設目標を周知したうえで、ブロック製作（ガイド管の設置位置）の出来形基準に関しても管理してもらい、引渡し時には事前に配布したチェックリストに基づき測定確認を行い、ブロックの出来形特性と鋼管杭の出来形特性を把握したうえで据付を行った。据付時には製作精度の良いブロックを支給して頂いたおかげで、円滑な据付が可能となり、据付出来形管理においても全測定項目を50%以内で据え付けることができた。

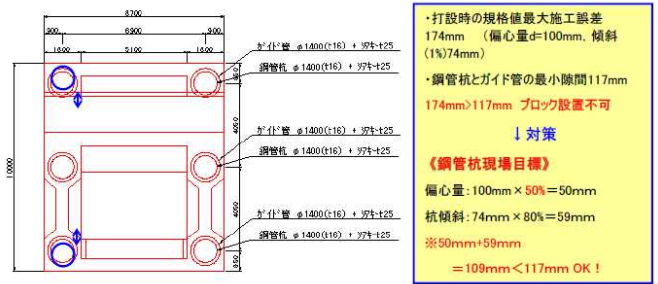


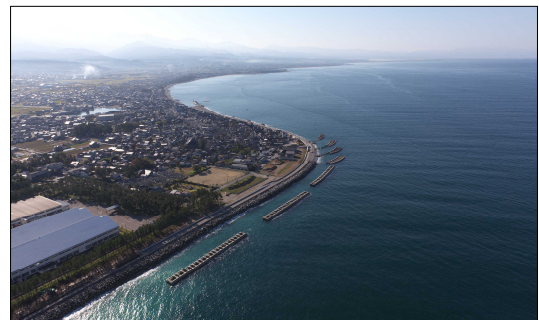
図 2-4 鋼管杭とガイド管の隙間関係図

これらの取組みは工事関係者連絡会を通じ、6工事が共有することで、事業全体の工程管理が図られたためであり、お盆前には全てのブロック製作が完了し、8月17日に2基目の生地工事、8月29日に3基目の越湖工事のブロック据付完了し当初の計画通り進めることができた。このことは当連絡会の会長として調整させて頂いたが、各社が通常の工程管理以上に取組みを図った結果であり、深く感謝申し上げる次第である。

4. まとめ

本工事は10月27日に海上作業を無事完了し11月に竣工を迎えることができました。10月の海上稼働が11日であり、3回の台風影響を受けたが計画工程通りに進捗できた。今回の工事が無事に進捗した背景には、施工当初から適切な御指導を頂いた、黒部河川事務所をはじめ過去の施工実績を踏まえ助言して頂いた協力業者、地元関係者の皆さまのおかげであり、ここに記して感謝申し上げます。次第であります。

今回の工事においては入念な施工計画・仮設計画、そして予期せぬトラブルに対し強い責任感を持って対策、準備を行うことが重要であることを改めて痛感した。また、地域住民の皆様による多大な工事理解と御協力を得られたことは、過去の整備を行ってきた際に、発注者をはじめ工事関係者の御努力により今回の工事が支えられたことである。地域の理解と協力を失っては工程を含め多大な損失が発生することを、今後も社会資本整備を行って行くうえで、最も理解し取組んでいかなければならないことであると心得ていく次第である。



離岸堤整備完成 平成 24 年 11 月