

北陸地方整備局管内

無人化施工 設計施工マニュアル

平成27年4月

北陸地方整備局

目 次

1. 総 則	
1.1 マニュアルの目的	1- 1
1.2 適用範囲	1- 2
1.3 用語の説明	1- 5
1.4 無人化施工機械等	
1.4.1 無人化施工機械	1- 7
1.4.2 アタッチメント	1-10
1.4.3 施工機械の無線操作方法	1-19
1.4.4 無人化測量	1-22
2. 設 計	
2.1 事前調査	2- 1
2.2 適用性の検討	
2.2.1 施工範囲及び対象工種	2- 3
2.2.2 仮設計画	2- 4
2.2.3 工程計画	2- 5
2.3 施工機械・機種を選定	2- 6
2.4 無線制御システムと関連設備	2- 7
2.5 設計	
2.5.1 砂防堰堤等	2-10
2.5.2 斜面对策工	2-14
3. 施 工	
3.1 測量（施工位置の決定）	3- 1
3.2 砂防堰堤工	
3.2.1 施工手順	3- 2
3.2.2 丁張り設置	3- 2
3.2.3 床堀掘削	3- 4
3.2.4 型枠	3- 5
3.2.5 コンクリート打設	3- 7
3.3 砂防土工（法面整形工）	3-11
4. 品質管理	4- 1
5. 出来形管理	5- 1
5.1 土工	
5.1.1 砂防土工	5- 2
5.2 コンクリート工	5- 3
6. 写真管理	6- 1

7. 検 査	7- 1
7.1 段階確認	7- 2
7.2 施工状況把握	7- 3
7.3 工事検査	7- 4

巻末資料1：各種無線の特質表

巻末資料2：無人化施工機械の保有状況

巻末資料3：調査・設計・施工手順

1. 総 則

1.1 マニュアルの目的

土石流、斜面崩壊、雪崩など（以下、「土石流等」という。）の危険が想定される中で、人命や財産、公共施設に対する被害の防止などのために緊急に実施しなければならない工事が増加している。本マニュアルは、このような現状に鑑み、施工時の安全確保と迅速な施工を目的に、近年施工技術の開発が急速に進んでいる無人化施工について、設計、積算、施工管理等の技術的事項を取りまとめ、無人化施工の普及に努めるものである。

【解説】

砂防工事は一般に作業ヤードが狭く、かつ傾斜地が多いなど施工条件が厳しい中で行われ、事業の目的からして土石流や斜面崩壊の発生しやすい場所であるのが一般的である。さらに近年、少子高齢化、建設業就労者数の減少などが進展する中、工事中の緊急避難対策を含めた安全確保が重要な課題となっており、安全かつ効率的に砂防工事を実施するためには無人化施工を活用していくことが重要である。

無人化施工は、平成2年11月に発生した雲仙普賢岳噴火に起因する土石流対策工事から本格的に導入され、平成12年の有珠山噴火による被害拡大防止対策など、土砂災害への対応を中心に技術開発されてきた。

松本砂防事務所においては、平成13年度から浦川の砂防工事で工事の安全確保を目的とした無人化施工を実施している。また、金沢河川国道事務所及び北陸技術事務所では、平成15年に無人ラフテレーンクレーン（50 t 吊）を開発し、白山砂防の柳谷の山腹崩壊危険箇所における導流落差工事に導入し、工事の安全確保を図った。しかし、現状においては積算基準・施工管理基準等が明確でなく、無人化施工の採用・普及が困難となっている。特に無人ラフテレーンクレーンは日本で始めて開発・実用化された機械であるため、これを用いるための積算・出来形等の実績がない。

このため、松本砂防事務所では平成14～15年度において、無人化施工実態及び歩掛等の調査を行い、浦川での積算・出来形管理を中心とするマニュアル原案を作成した。また、金沢河川国道事務所管内では、平成16年度に柳谷での無人ラフテレーンクレーンの施工実態、有人と無人による施工能力比較などの現地調査を行い、必要な積算基準・施工管理基準等の検討を行った。

本マニュアルは、これらの実績をとりまとめたもので、今後、北陸地整管内における工事への適用を図り、安全・円滑な砂防事業を推進することを目的としている。

1.2 適用範囲

1. 本マニュアルは、国土交通省北陸地方整備局管内で実施する「砂防堰堤」、「流路」及び「斜面对策」、「仮設工」の無人化施工に適用する。
2. 適用する工種は、「砂防土工」、「コンクリート堰堤工（副堤、垂直壁を含む。）」、「床固め工」及び関連する「仮設工」とする。
3. 類似の工事または災害時の緊急工事で無人化施工を行う場合、技術的な事項については監督職員と協議のうえ、本マニュアルに準拠することができる。
4. 無人化施工を適用する工種の名称及び施工対象は、図1.1のとおりとする。

【解説】

(1) 適用範囲の限定

本マニュアルは、松本砂防事務所における平成13年度～15年度の浦川での実績、平成16年度の金沢河川国道事務所における柳谷の実績を基に作成したものである。

今後予定される金沢河川国道事務所及び他の事務所における施工・調査データを追加収集し、今までの実績に加えてマニュアルの内容を更新して汎用的なマニュアルにするとともに、適用の拡大を図ることとする。本マニュアルに記載する歩掛かりは、実績の多い遠隔操縦バックホウによる「砂防土工」、「作業土工」とした。今後その他の工種について補充してゆくものとする。

(2) 適用工種

一般工事における無人化施工は普及していないため実績が乏しく、施工の対象範囲・部位、工種等の考え方が定着していない。施工の安全確保の観点からは、溪流部における工事全体を無人化することが必要であるが、施工方法、施工機械の開発等、技術的課題が多い。

松本砂防では、平成13年度に浦川上流部での崩壊と、これに伴う土石流対策から緊急に施工の安全性を確保する必要に迫られ、退避時間の確保が困難な現況河床以下の砂防土工（掘削工）、コンクリート堰堤工（作業土工、コンクリート堰堤本体工、コンクリート副堰堤工、コンクリート側壁工）、及び崩壊危険斜面の砂防土工（法面整形工（切土））を対象に無人化施工を実施した。また、白山砂防では、平成15年度に開発された無人ラフテレーンクレーンにより柳谷左岸の山腹崩壊危険箇所での施工の安全確保及び土石流対策の必要性から、危険区域である左岸側の落石除去（掘削工）、導流落差工（型枠、コンクリート）を対象に無人化施工を実施した。

本マニュアルは、これらの施工実績を取りまとめたもので、当面、図1.1の工種に限定することとした。

1) 砂防土工

砂防土工（工事区分：砂防堰堤、斜面对策）における掘削工、斜面切土を含む法面整形工、残土処理をマニュアルの対象とする。

2) コンクリート堰堤工

浦川では平成14年度に本堤、副堤の躯体、平成15年度には側壁工の現況河床以下の部分及び水叩工の施工が行われた。柳谷では平成16年度に導流落差工の施工実績がある。コンクリート堰堤本体工の「コンクリート」には、コンクリート投入、締固め、打設面清掃（レ

イタンス処理) 及び養生が含まれる。作業土工は、特定構造物の床掘り、埋戻し等であり、マニュアルの対象とする。

3) 工事用道路工(工事区分：仮設工)

工事用道路工(工事区分：仮設工)をマニュアルの対象とする。

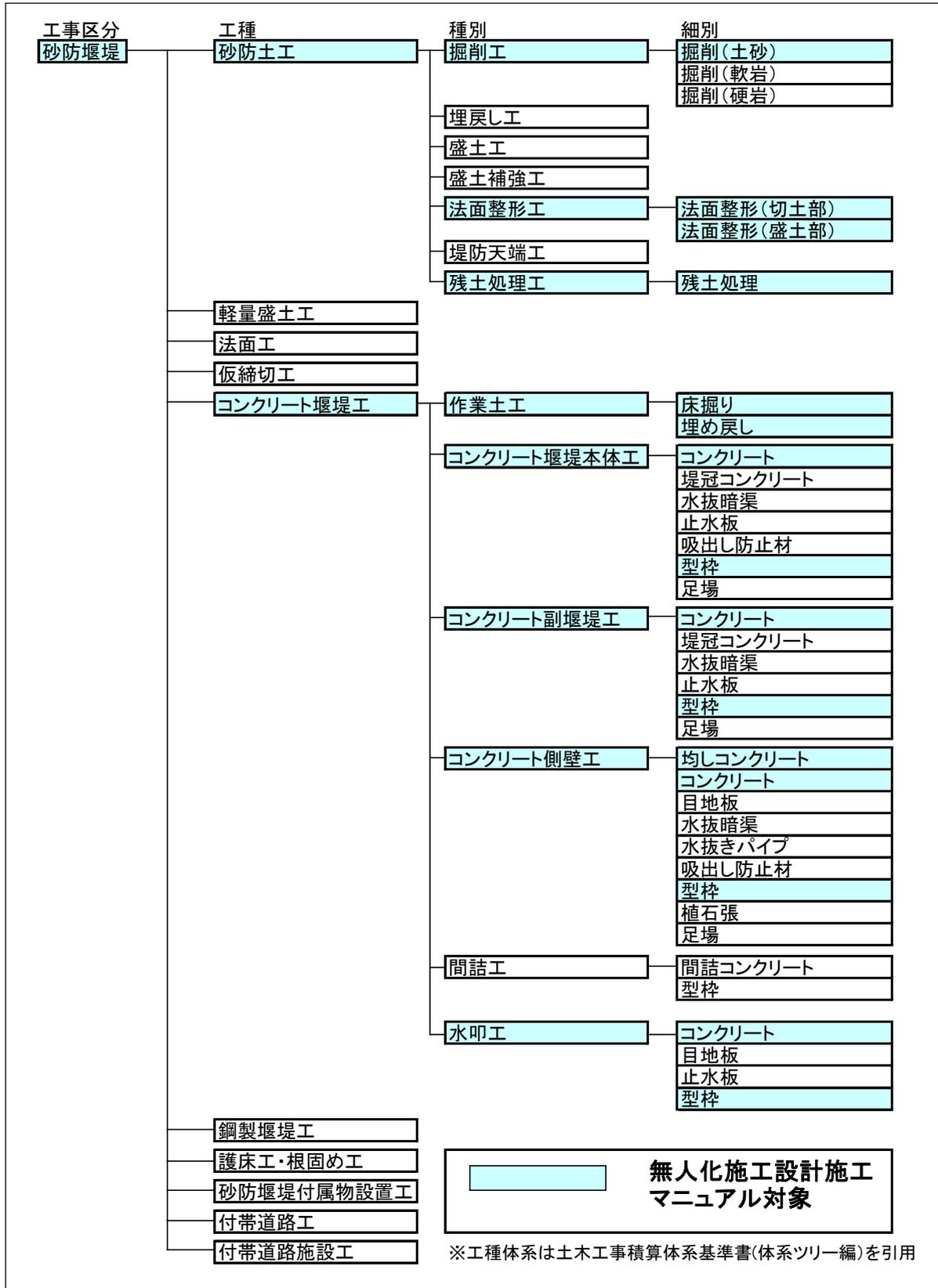


図1.1 工種体系と無人化適用区分(1)

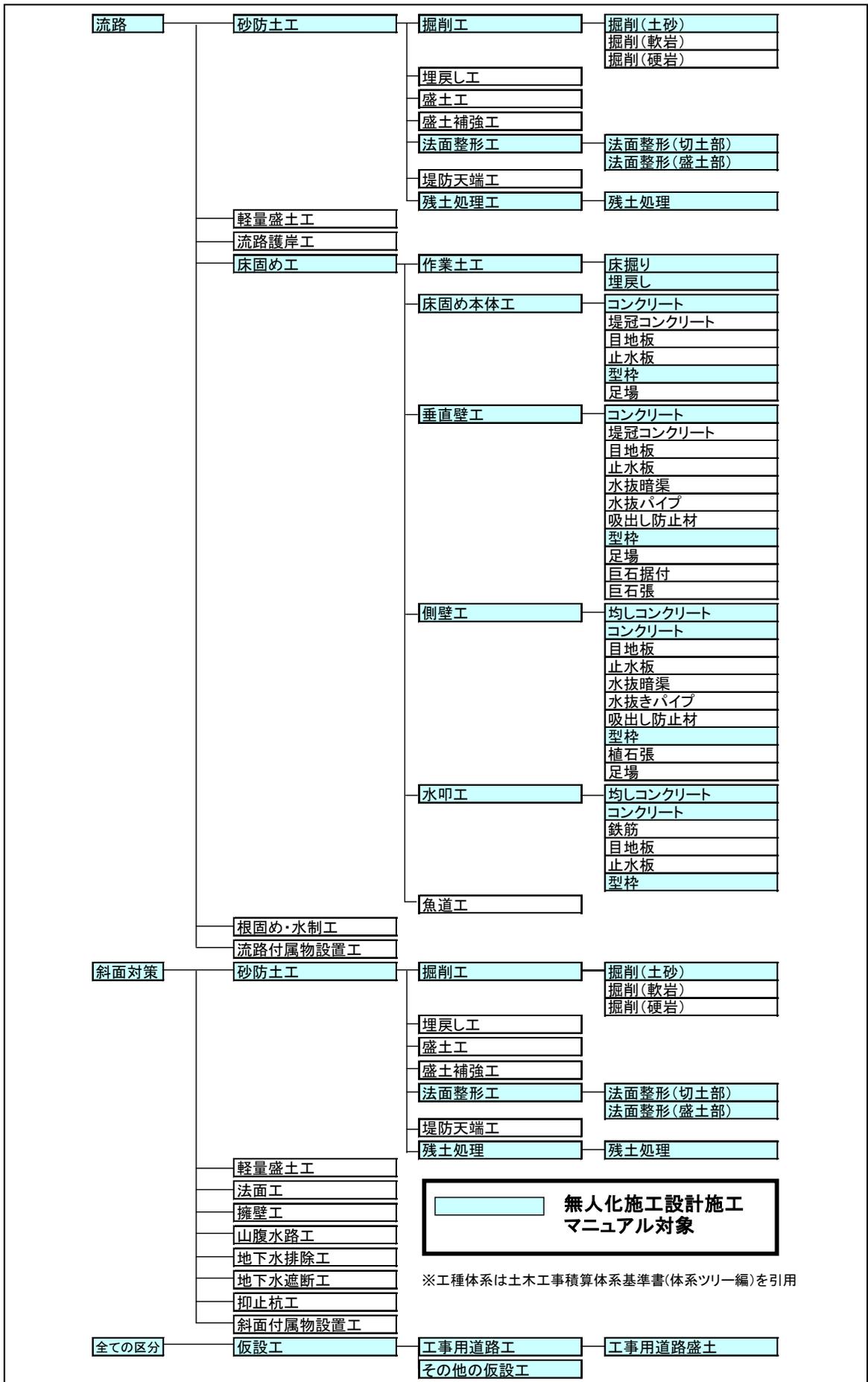


図1.1 工種体系と無人化適用区分 (2)

(3) 無人化施工対象部分

砂防堰堤、流路、斜面对策工事において、土砂ポケットの確保のための除石や残土処理を行う砂防土工、コンクリート構造物の床掘り・埋戻しを行う作業土工、型枠設置、コンクリート打設のうち施工の安全性を確保できない部分とする。また斜面对策の砂防土工は、崩壊の危険が高い長大法面の不安定土砂の掘削工、保護工の施工に必要な法面整形工、河道における崩落・掘削土砂の残土処理（河道整理）とする。関連する仮設工についても施工の安全性を確保できない部分を対象とする。

1.3 用語の説明

本マニュアルにおいて用いる用語は、次に示すものとする。

用語	説明
無人化施工	特定された無人エリアに、測量作業員、工事作業員、機械オペレータなどを入れず、機械を無線により遠隔操作して工事を実施すること。なお、同じ工種でも作業員の安全が確保される高さ、位置では有人エリア、有人施工に切り替えられる。
有人施工	有人エリアにおける通常の施工方法。通常施工とも記述する。（オペレータが機械に搭乗するなどして直接操作しながら行う施工方法。）
無人エリア	土石流等の恐れがあり、退避時間が確保できないため、作業員や機械オペレータ等、人の立ち入りを禁止または制限する特定の工事エリア。工種、気象、施工部分等の危険度に応じて設定を変化させることがある。なお、無人エリアは平面方向のほか、高さ方向にも設定される。
有人エリア	被災の可能性が少ないか、または予知・通報等により退避が可能な工事エリア。
無線操縦装置（遠隔操作装置）	建設機械を無人化施工機械として操縦するために装着される次の構成機器の総称として、損料算定表に掲載する。 ○送信機：（操作機ともいう）オペレータが無人化施工機械を操作するための無線送信機 ○受信機：送信機から発信された電波を受信しコントローラへ出力する装置 ○コントローラ：受信機から入力した電気信号を制御信号に変換し、電磁弁やアクチュエータに出力する ○電磁弁またはアクチュエータ：機械本体に装着されるもので、機械または油圧で動かしている部分を電気信号で動くように変換する装置。搭乗操作するオペレータの手足の役を果たす装置
車載カメラ	無人化施工機械の操作状況を監視するために無人化施工機械に取付け、施工対象物、周辺状況等の画像を伝送するカメラ。施工対象物、周辺状況等の情報を得る。
固定カメラ	既設構造物、仮設架台、立ち木等に固定し、無人エリアの状況、無人化施工機械の動作状況を伝送するカメラ。基本的には有線により映像モニタへ伝送するが、距離によっては無線での送受信を行う。

移動カメラ車	高所作業車や小型バックホウに装着し、無人化施工機械の施工状況、無人エリアの監視映像を移動しながら伝送するカメラ搭載車両。高所作業車や小型バックホウと共に遠隔操作が必要となる。
遠隔操作室	上記の各種カメラ映像を受信・表示し、遠隔操作または超遠隔操作を行う作業室。一般には有人エリアで仮設ハウス等を固定設置するが、緊急時の避難行動を想定し、トレーラ等に搭載する移動式とすることもある。
無線制御システム	無線操縦を円滑に行うために必要な上記ハード等及び関連ソフトの当該現場の全てを組合せ総称とする。（「リモートコントロールシステム」とも言う）
リモコン、ラジコン	略称または俗称で正式な用語ではないが、本マニュアルの機械損料（表）に関わる表現において、その機械専用かあるいは簡易な無線制御システムで、車両に標準的に装備されている遠隔操縦機器を「リモコン付」のように表記し、「無線操縦装置」と区別することとした。
ワイヤーロープ吊下げ式掘削機	高所法面掘削機で、斜面上部に設置したアンカーにワイヤーを取り付け、左右の主ウィンチを巻き取り、巻き戻すことにより、本体を上下左右に移動させながら、高所急斜面を掘削する。危険度の高い急斜面においては、ラジコンによる遠隔操作で作業が出来る。
不整地運搬車(特装運搬車)	ダンプトラック等が入れない不整地、軟弱地での運搬車として使用されている。クローラ式とホイール式（軽量仕様）があるが、大半がクローラ式であり、「キャリアダンプ」とも呼ばれている。
ラフテレーンクレーン	<p>ホイールクレーン（1台のエンジンで走行とクレーンを駆動する）に分類されるクレーンであるが、タイヤが大型で不整地や狭隘地での作業に便利。また、吊り荷走行が可能であり、最近ではラフテレーンクレーンが主体である。</p> <p>なお、関連用語(安全装置)に次のものがある。</p> <p>○<u>過負荷防止装置外部表示灯</u>：3色表示灯により、過負荷の状況を目視による方法でオペレータに伝える装置、オペレータは吊り荷の負荷状況を青・黄・赤の色で判断することができる。</p> <p>○<u>遠隔操作表示灯</u>：2色表示灯により、クレーンの状態を示す装置。上部の赤色灯表示は故障などの緊急警告等、黄色灯は遠隔操作の運転時に点灯する。</p> <p>○<u>モーメントリミッタサブモニタシステム</u>：クレーン作業中の負荷状況をモニタでオペレータが監視する装置。負荷の状況に対応して警告ブザーがなり、オペレータに状況を知らせることにより遠隔操作時の安全性が向上する。</p> <p>○<u>ブーム先端吊荷監視カメラ</u>：ブームの先端に取り付けられ、真上から見た吊り荷の映像を無線で送信する装置。オペレータは吊り荷の状態をモニタで確認しながら作業を行う。別名「ドラゴンアイ」とも呼ばれている。</p>
分解組立型バックホウ	陸上輸送路が寸断された場合の空輸を考慮して、吊り荷重単位のパーツユニットに分解できるよう設計された遠隔操縦式バックホウ。

1.4 無人化施工機械等

1.4.1 無人化施工機械

1. 無人化施工機械は、作業フィールドの広さ及び作業の種類に応じた建設機械を使用する。
2. 無人化施工機械は、作業フィールドの広さ及び地域における保有状況から選択することが望ましい。
3. 効率的な無人化施工を行うために、有人施工の補助機器等を組合わせて行う必要がある。

【解説】

(1) 作業フィールドの広さと使用される機械

無人化施工においては施工現場の広さ、建設機械の保有状況などを考慮し、最も適当な機械を選択する必要がある。ただし、無人化施工機械を遠隔操作する場合は、オペレータ搭乗の有人作業と比べて一般に施工効率が低下し、かつ過負荷運転の危険も多いことが知られている。これをカバーするため、広いフィールドでは大型機械を採用する例が多い。しかし、一般的には作業フィールドが狭く大型機械の使用が困難であること、さらに機械の市場性から調達も困難なことが指摘されている。

1) 狭いフィールドで使用される無人化施工機械

土砂災害が想定される河川または溪流において、無人化施工が必要となる箇所は、フィールドが狭く、少ない機械で必要な作業を実施しなければならない。このような現場ではバックホウを主体として、バックホウのバケットを各段階の作業に必要なアタッチメントに交換して、効率よく使用することが求められる。浦川ではバックホウ1.4m³をベースとして、土工、型枠設置、コンクリート工等の無人化施工が行われた。また、柳谷では、無人ラフテレーンクレーンに吊り下げて作業を行うためのアタッチメントが各種開発され、型枠設置、コンクリート工等の無人化施工が行われた。

2) 広いフィールドで使用される無人化施工機械

雲仙普賢岳の災害対策工事では、バックホウ2.9m³～4.3m³級、ブルドーザ68t級、不整地運搬車16t級の大型機械が使用された例がある。

(2) 作業の種類と使用される無人化施工機械

北陸で使用されている無人化作業の種類と、使用されている無人化施工機械は、表1.1のとおりである。

表1.1 作業の種類と無人化施工機械

区分	作業の種類	使用する無人化施工機械と規格	備考
土工	切土・盛土	ブルドーザ(21t級)、バックホウ(0.5m ³ 、0.8m ³ 、1.4m ³ 、1.6m ³ 級)	
	床掘り・積込み	バックホウ(0.5m ³ 、0.8m ³ 、1.4m ³ 、1.6m ³ 級)	
	掘削・運搬	ブルドーザ(掘削・押し土)、バックホウ(少量の横取り移動)	
	運搬	不整地運搬車(クローラ型・油圧ダンプ式(10~12t級))	
	敷均し・整地	ブルドーザ、バックホウ(小規模の場合)	
	締固め	ブルドーザ、振動ローラ	
	堆積土砂排除	無人ラフテレーンクレーン(50t吊)	
法面工	斜面切土・整形	ワイヤーロープ吊下げ式掘削機(0.2m ³ 、0.4m ³ 級)	(写真1.1参照)

※ 無人化施工機械の保有状況を巻末資料(巻末資料2)に付す。

また、建設無人化施工協会のホームページ(<http://www.kenmukyou.gr.jp/index.html>)に掲載の機械一覧表等を参考のこと。

(3) 補助機器等

無人化施工を支援し効率的な施工を行うために表1.2による補助機器等が使用される。

表1.2 補助機器等と補助内容

作業の種類	使用する補助機器等の規格、補助内容	備考
吊り上げ	有人ラフテレーンクレーン(25t吊等):重量物の吊り上げ・移動・据付	
運搬	トラッククレーン2.9t吊、重ダンプ25t:運搬	
締固め機吊下げ	ミニクローラクレーン(2.9t吊):締固め	(写真1.2参照)

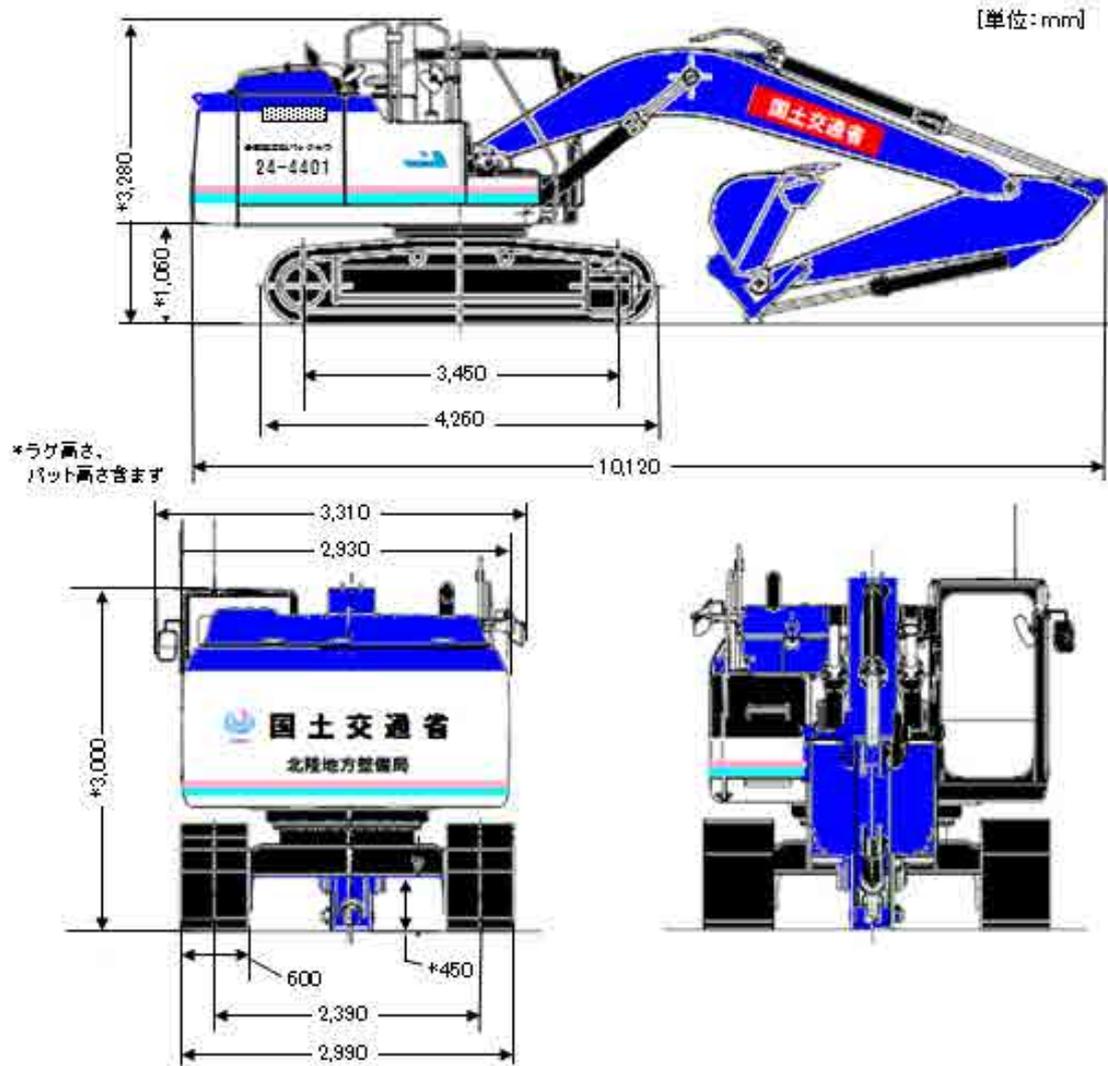


写真1.1 ワイヤーロープ吊下げ式掘削機
(0.2m³級)

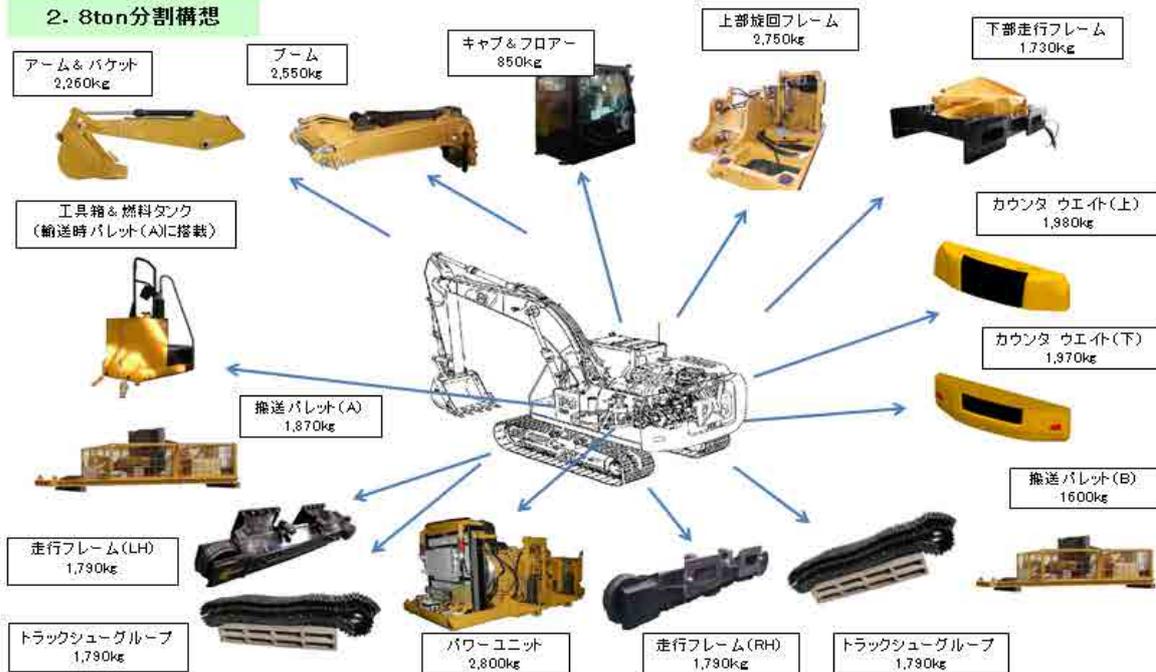


写真1.2 無線ミニクローラクレーン
(2.9t吊締固用)

(4) 分解組立型バックホウ



2. 8ton分割構想



1.4.2 アタッチメント

無人化施工では、各工種の施工手順に従い、その内容に適応したアタッチメントを建設機械に装着して作業する。建設機械は、バックホウ及びラフテレーンクレーンが使用される。

【解説】

(1) 無人化施工に必要な機器

無人化施工工種又は無人化施工部分の主なものには、土工作業、コンクリート構造物構築がある。コンクリート構造物構築には、型枠設置、コンクリート打設、打設面清掃、養生などがあり、これらの作業に必要なアタッチメントは、バックホウまたはラフテレーンクレーンに装着して遠隔操作する。

(2) 作業内容とベースマシン、機器（アタッチメント）

松本砂防事務所、金沢河川国道事務所では、無人化施工用アタッチメントは、表1.3のものが使用されている。

表1.3 作業の種類と無人化施工用アタッチメント

作業内容	ベースマシン	使用する無人化施工用アタッチメントと規格	備考
①型枠設置・撤去	無人バックホウ	型枠設置ユニット（全回転式把持装置）	
	無人ラフテレーンクレーン	オートフック（ブロック据付用）、U字溝吊金具、U字溝設置補助機	
②コンクリート投入	有人ラフテレーンクレーン	遠隔操作コンクリートバケット（1.5m ³ ）	遠隔開閉
	無人バックホウ	遠隔操作コンクリートバケット（1.5m ³ ）	遠隔開閉
	無人ラフテレーンクレーン	リモコン式バケット（0.8m ³ , 1.5m ³ ）	遠隔開閉
③コンクリート締固め	無人バックホウ	遠隔操作電動バイブレータユニット及び発動発電機	60mm×3本セット
		遠隔操作油圧バイブレータ（φ150mm）	1本
	ラフテレーンクレーン	コンクリート締固装置（ラフテレーンクレーン用） 電気溶接機PDW300SN 1台 100Vインバータ 1基 フレキ（60φ）5本	60mm×5本セット
		マイクロラフテレーン	コンクリート締固装置（マイクロラフテレーン用） 高周波エンジン 1台、フレキ 2本、高周波無線システム 1組、高周波振動機 1機
④レイタンス処理	無人バックホウ	遠隔操作高圧散水ユニット	レイタンス処理用高圧散水
	無人ラフテレーンクレーン	高揚程水中ポンプ（2吋）1台、噴射装置（塩ビパイプ）、ホース	
⑤コンクリート養生	無人バックホウ	養生マットユニット＋全回転式把持装置	養生マットユニットの設置
	無人ラフテレーンクレーン	2m×4m 養生マット	

注：無人バックホウ：クローラ型山積み1.4m³

有人ラフテレーンクレーンは25t吊

無人ラフテレーンクレーンは50t吊

①型枠設置・撤去

a. 松本砂防事務所 浦川の場合

バックホウのアーム先端に取り付けられた把持装置により、大型土のう型枠、L型擁壁型枠、コンクリートブロック型枠等をつかみ設置している。

写真1.3、図1.2に把持装置の例を示す。



写真1.3 把持装置

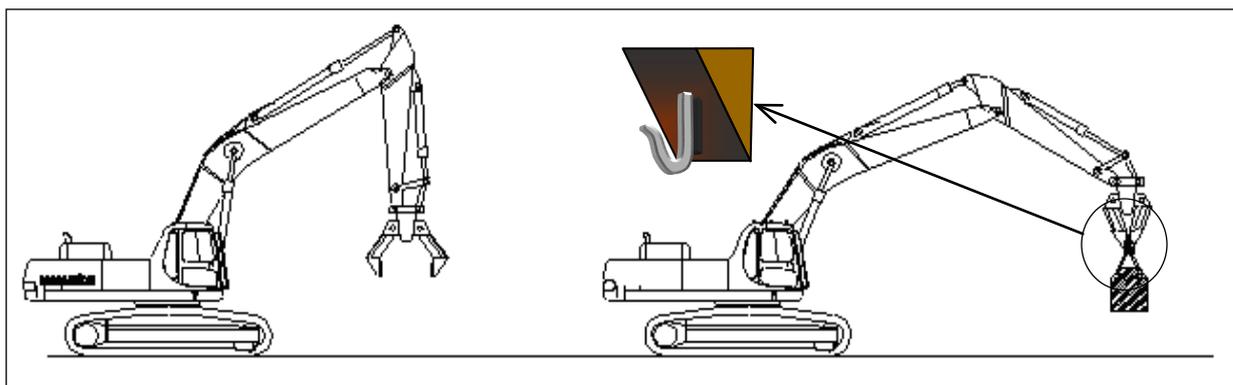


図1.2 把持装置の例

b. 金沢河川国道事務所 柳谷の場合

円形型枠やU字側溝の設置を無人ラフテレーンクレーンと遠隔操作可能な各種オートフックを用いて行っている。

円形型枠設置例を図1.3、写真1.4に示す。有人エリアの見通しの良い場所から合図員が誘導を行っている。

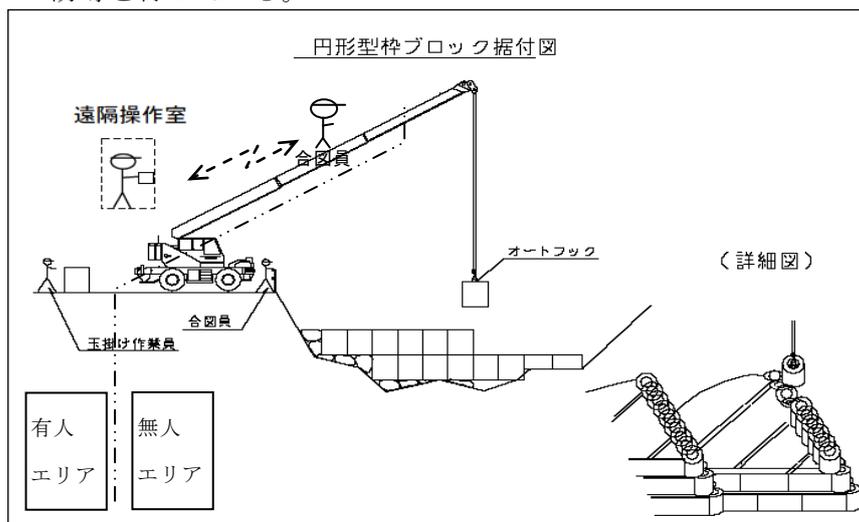


図1.3 円形型枠設置の例



写真1.4 円形型枠吊り金具

写真1.5、1.6、1.7、図1.4、1.5、1.6にU字側溝吊り金具と据付状況を示す。

吊り金具はオートフックとなっており、位置調整用の目盛りや、設置補助用ガイドバーが装着されている。



写真1.5 U型側溝吊り金具 (オートフック)



写真1.6 U型側溝設置補助機



写真1.7 U型側溝端部測定機

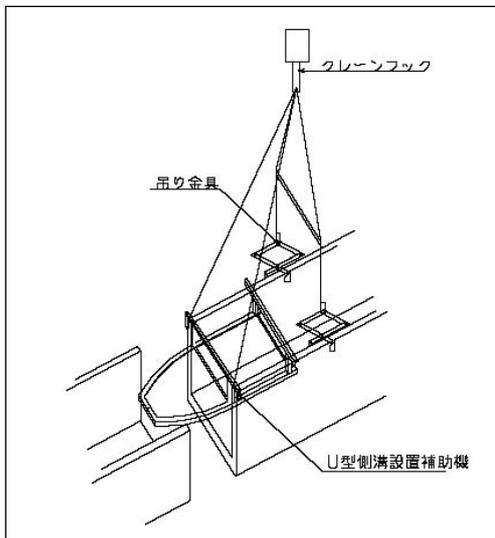


図1.4 U型側溝設置補助具による設置状況図

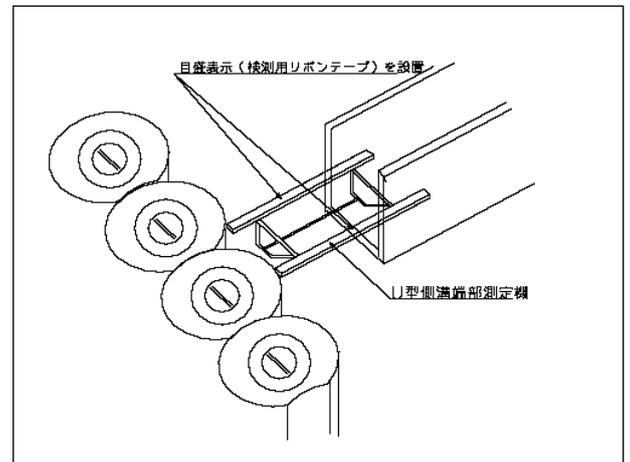


図1.5 U型側溝端部測定状況図

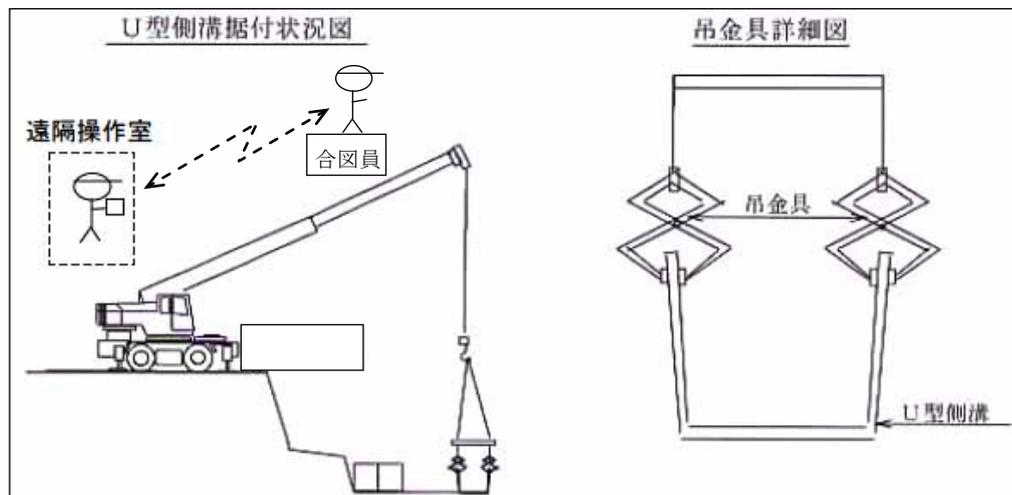


図1.6 U型側溝型枠据付図

②コンクリート投入

コンクリートは、遠隔操作で開閉可能なコンクリートバケットを用いて、無人エリアへ打設する。

コンクリートバケットは作業半径に応じて、 0.8m^3 と 1.5m^3 を使い分ける。

コンクリートバケットは、有人ラフテレーンクレーンや無人ラフテレーンクレーンで吊り下げるのが標準的であるが、バックホウのアーム先端に装着する場合もある。

写真1.8、図1.7に施工例を示す。



写真1.8 無線コンクリートバケット
(左 0.8m^3 右 1.5m^3)

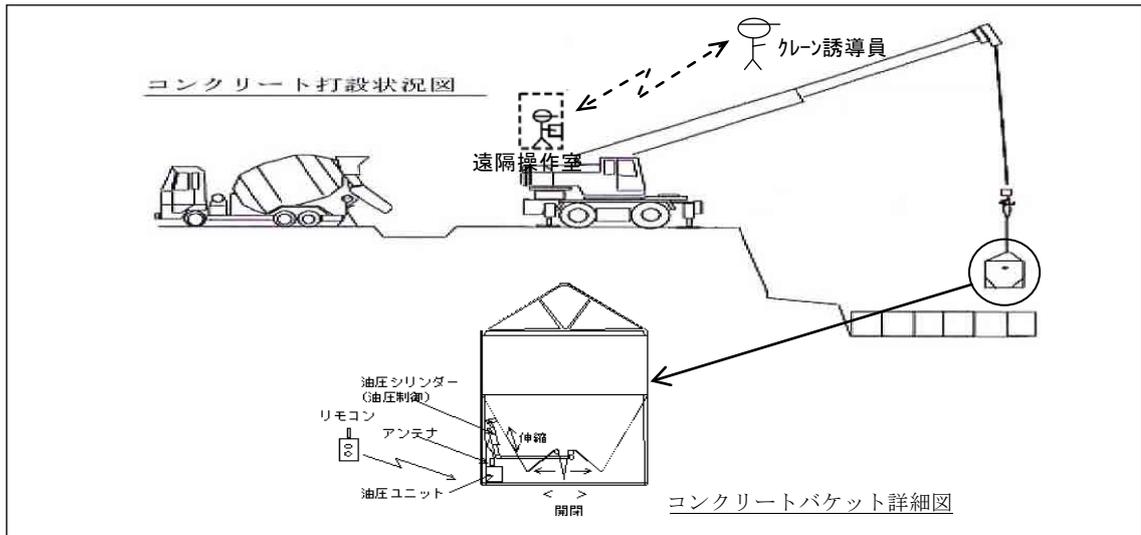


図1.7 コンクリート打設状況図

③コンクリート締固め

a. 松本砂防事務所 浦川の場合

遠隔操縦バックホウの先端に電動又は油圧式のバイブレータを取付て、締固めを行う。

クレーンによるコンクリート投入が終了した際は、クレーンに吊り下げられたバイブレータによる締固めを行う。

写真1.9、1.10、図1.8、1.9に使用機械の例を示す。



写真1.9 遠隔操作バイブレータユニット
(電動式 $\phi 60\text{mm} \times 3$ 本)



写真1.10 遠隔操作バイブレータユニット
(油圧式 $\phi 150\text{mm}$)

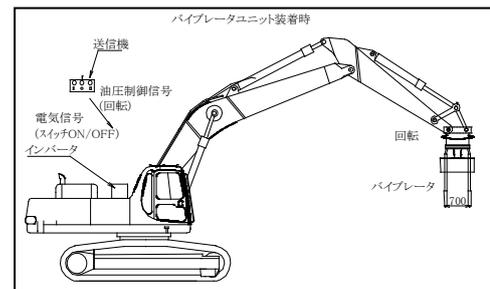


図1.8 バイブレータユニット装置バックホウ

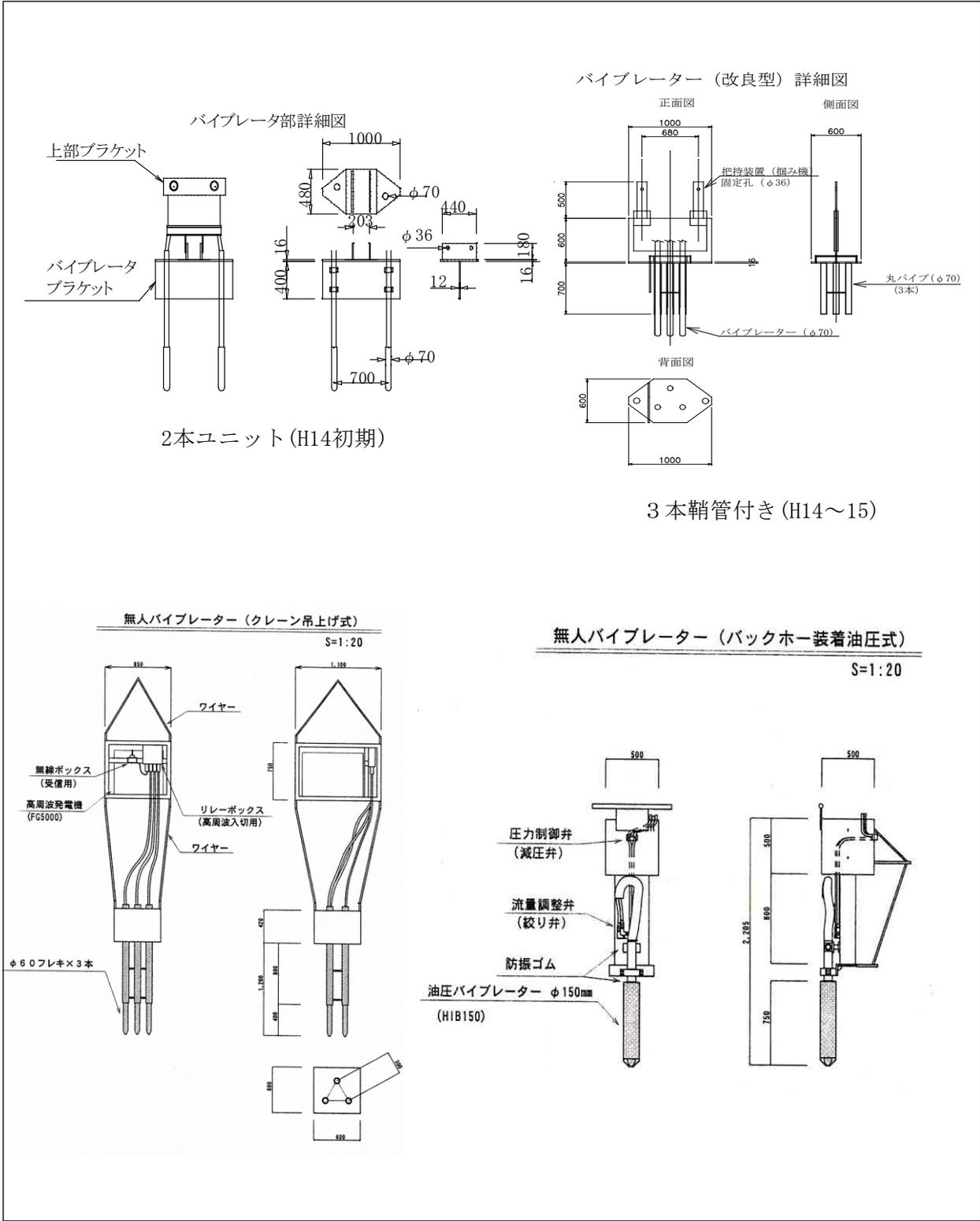


図1.9 バイブレータユニット取付例 (バイブレータ詳細図)

b. 金沢河川国道事務所 柳谷の場合

b. 1 ミニクローラクレーンを用いる場合

ミニクローラクレーンを使用して締固めを行った際の状況を写真1.11、図1.10に示す。この方法は、無人ラフテレーンクレーンによるコンクリート投入と同時に締固めの施工が可能である。



写真1.11 無線ミニクローラクレーン
吊下用バイブレータ

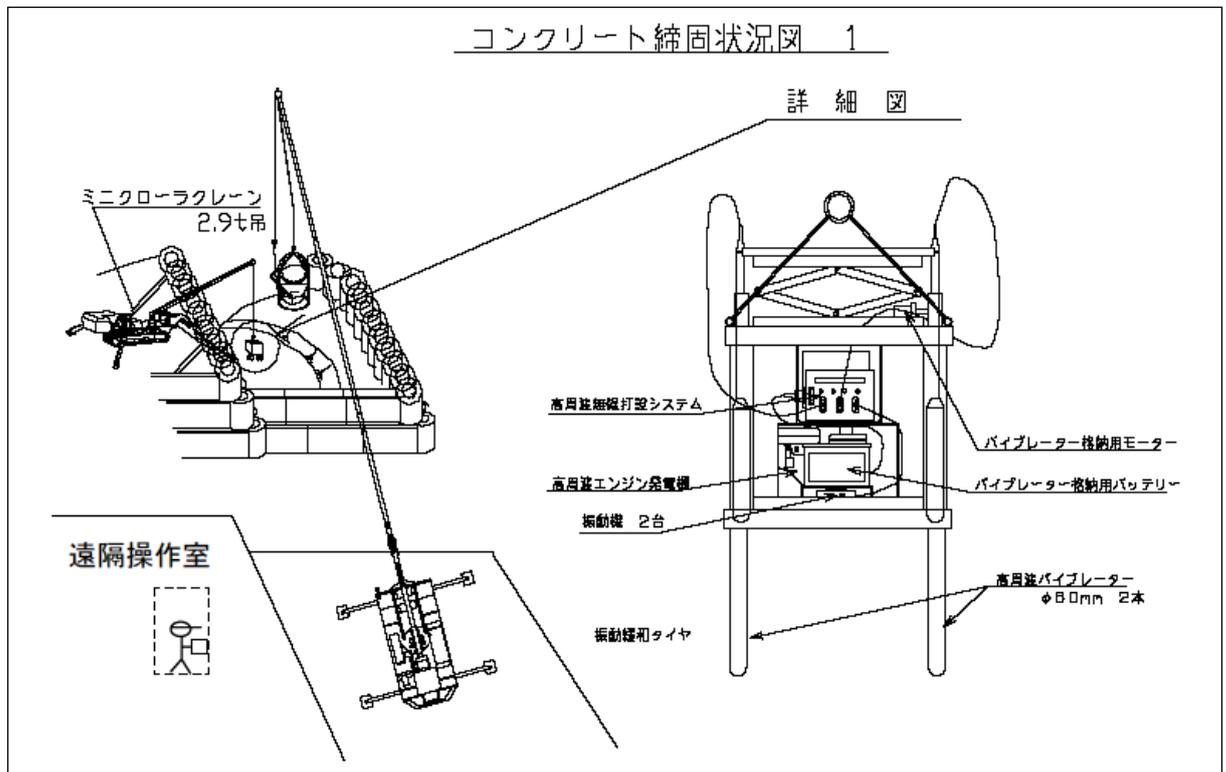


図1.10 ミニクローラクレーンを使用しコンクリート打設と同時に締固める方法

b. 2 無人ラフテレーンクレーンを用いる場合

無人ラフテレーンクレーンにコンクリートバケットと、バイブレータを交互に取付けて、施工した状況を写真1.12、図1.11に示す。打設面の仕上げに写真1.13に示すアタッチメントを使用した。



写真1.12 無人ラフテレーンクレーン
吊下用バイブレータ



写真1.13 打設面仕上げ板

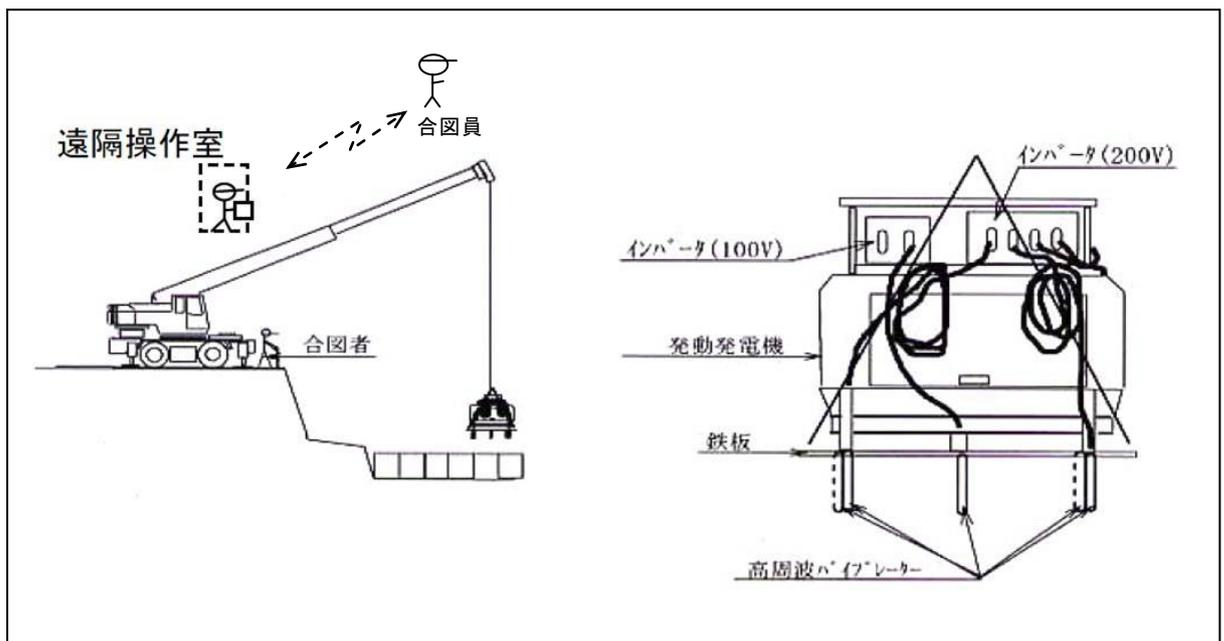


図1.11 無人ラフテレーンクレーンによる締固状況図
(コンクリート打設と締固めを交互に施工する方法コンクリート締固状況図)

④レイタンス処理

a. 松本砂防事務所 浦川の場合

レイタンス処理はバックホウアームの先端に写真1.14及び図1.12に示す高圧散水ユニットを取り付け施工した。水タンク、発電機は写真1.15に示すように、ボディに取り付けられた。



写真1.14 遠隔操作高圧散水ユニット



写真1.15 バックホウボディへの装備

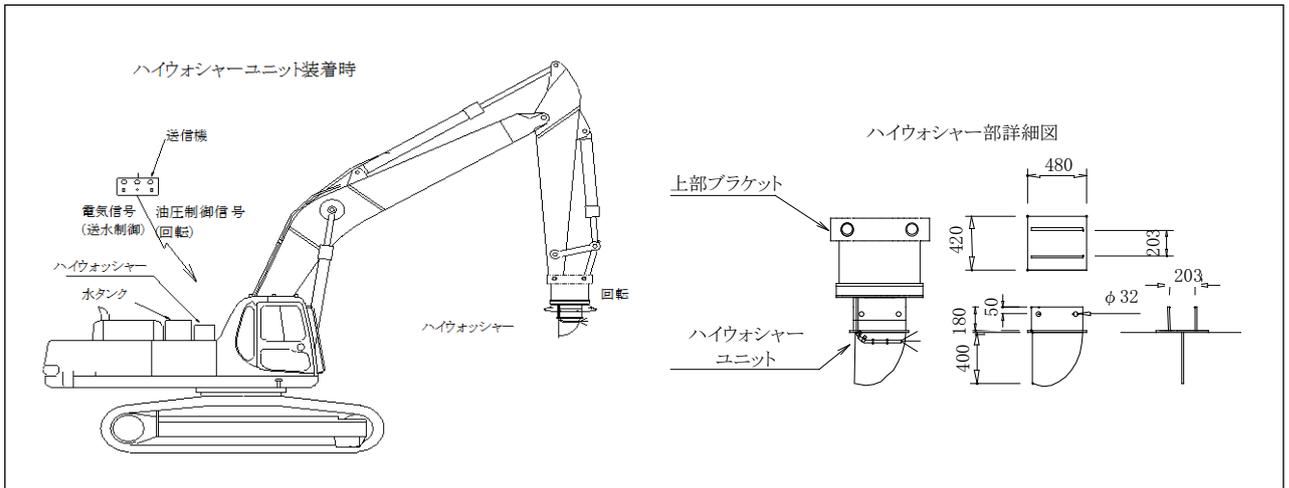


図1.12 レイタンス処理用散水装置の例

b. 金沢河川国道事務所 柳谷の場合

ラフテレーンクレーンに写真1.16、1.17、図1.13に示す散水装置を取り付けて施工した。散水に必要な水は有人エリアから高揚程ポンプで圧送した。



写真1.16 打設面清掃用散水装置



写真1.17 散水状況

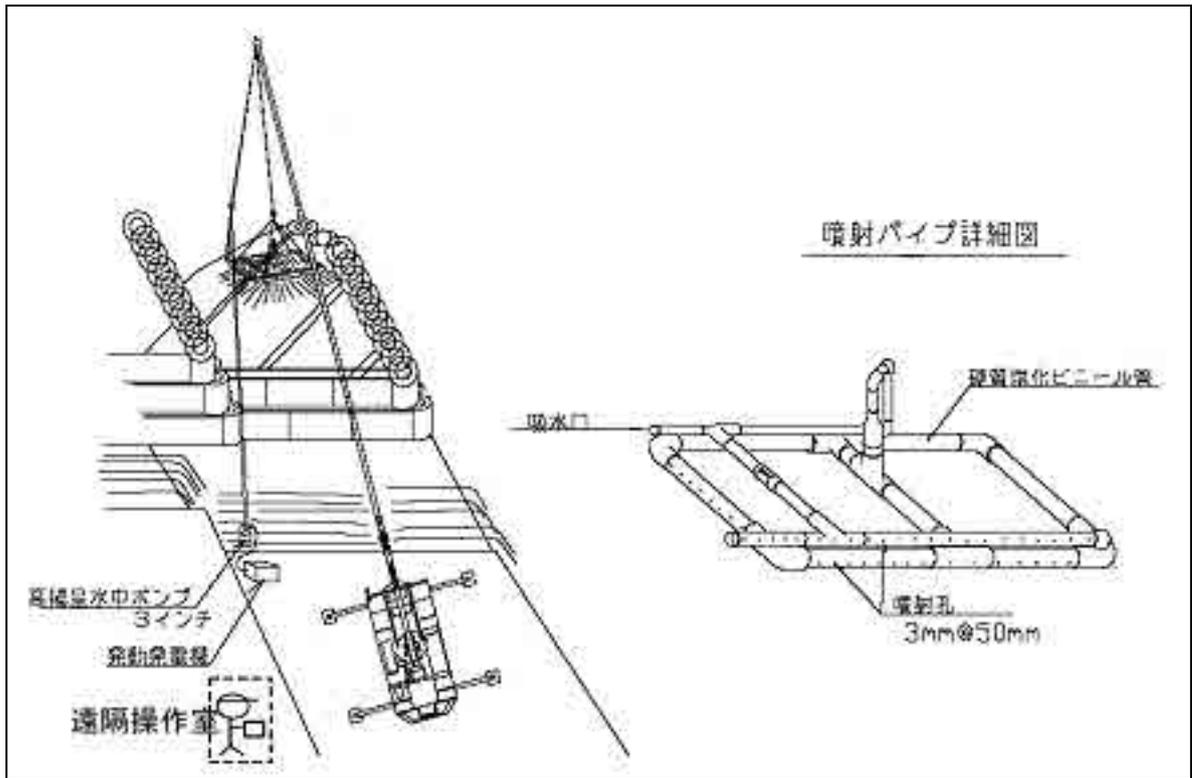


図1.13 無人ラフテレーンクレーンによるレイタンス処理状況図

⑤コンクリート養生

a. 松本砂防事務所 浦川の場合

養生はバックホウアームの先端に型枠設置撤去と同様の把持装置を取り付け、写真1.18に示す養生マットを設置した。



写真1.18 養生マット

b. 金沢河川国道事務所 柳谷の場合

ラフテレーンクレーンで写真1.19に示す養生マットを設置し、レイタンス除去で使用した散水装置で散水した。クレーンのフックは標準フックを使用している。



写真1.19 養生マット

1.4.3 施工機械の無線操作方法

無人化施工機械の操作は、無線制御システムで行われる。

無線制御システムには、制御する場所と作業を行う建設機械との条件により、次の3種類に区分される。

1) 目視操作

見通しがよく、目視による操作が可能な遠隔距離が50m程度以下まで。

運転員は、安全な高所などから無人化機械を目視で無線操作する。

2) 遠隔操作

目視操作が可能な距離を超え、遠隔距離が150m程度まで。

運転員は、カメラの映像を無線で伝送したモニター画面を見ながら無線操作する。

3) 超遠隔操作

遠隔距離が150m以上2km程度まで。場合によって、無線電波の中継局（固定または移動中継車）を設ける必要がある。操作方法は遠隔操作と同一である。簡易無線局設置が必要となるため総務省が所轄する各地の総合通信局に簡易無線局開設の申請をする必要がある。

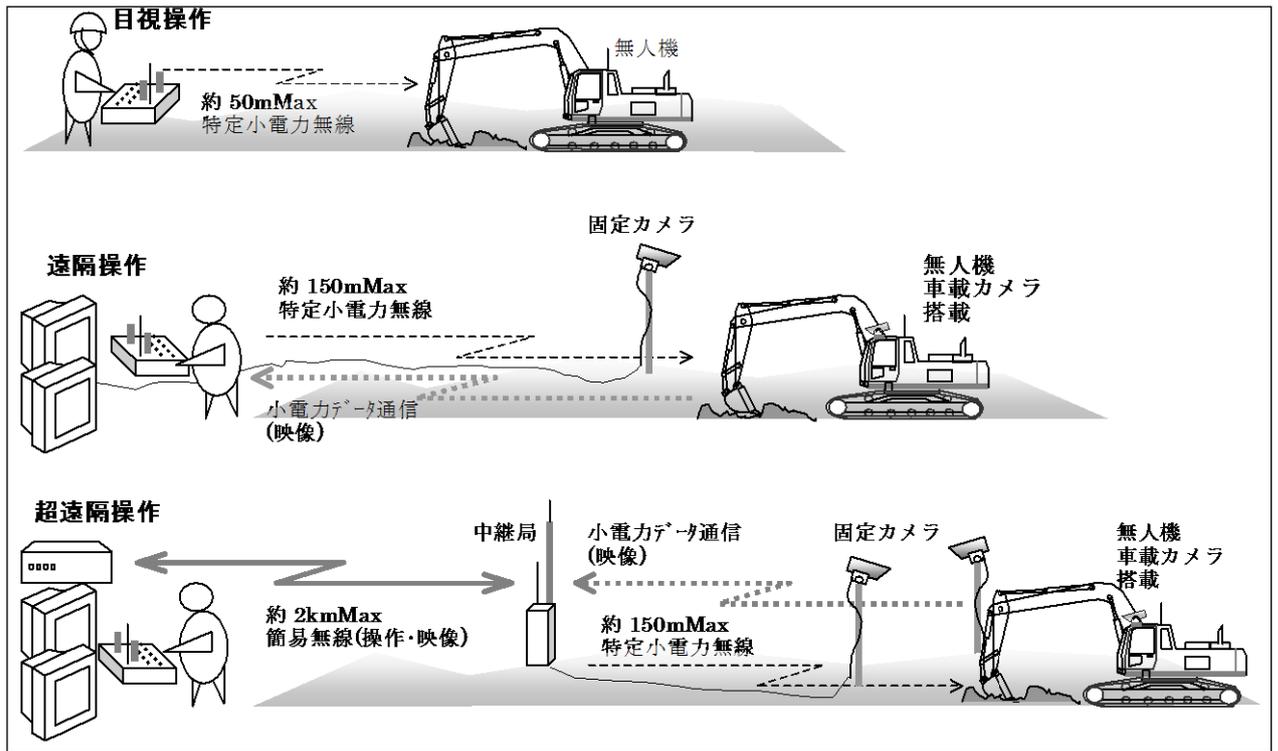
【解説】

(1) 遠隔距離と無線操作方法

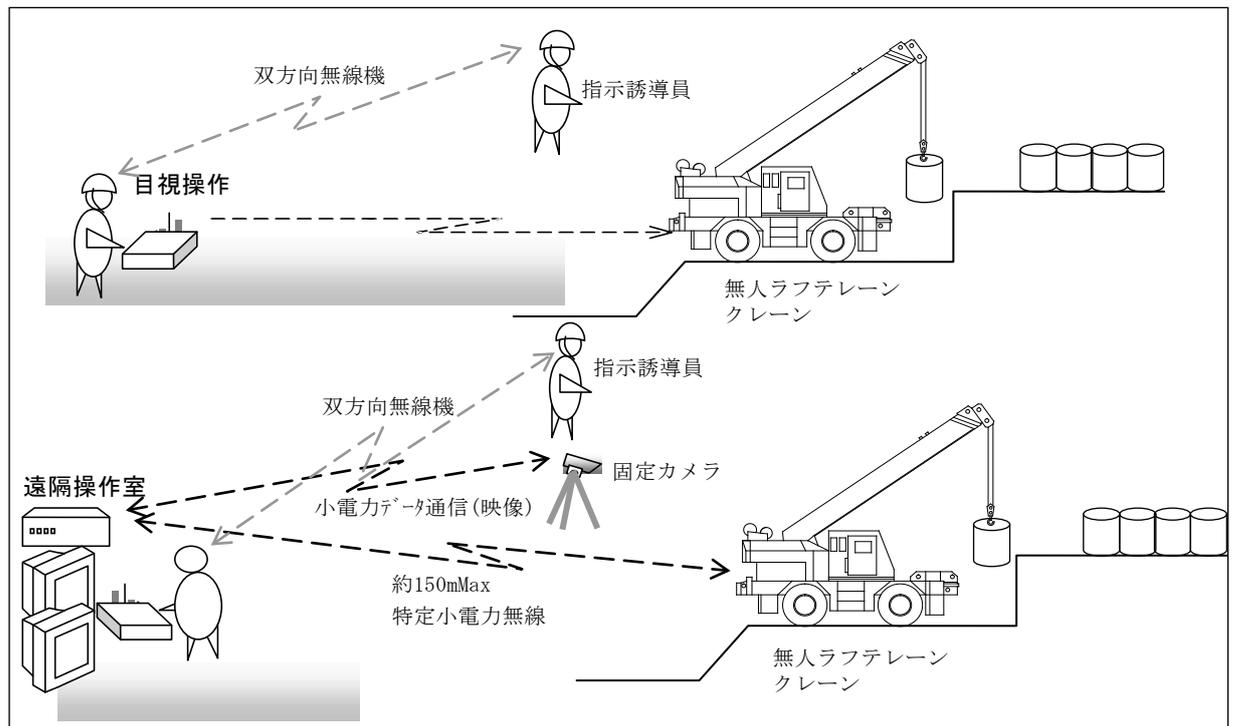
平成14年度浦川では「目視操作」及び「遠隔操作」が実施されたが、現地での操作実態から「目視操作」を標準とし、地形的障害のある場合、距離が大きい場合、及び安全確保上やむを得ない場合において「遠隔操作」または「超遠隔操作」を採用することとした。

- 1) 目視操作の遠隔距離を50m程度としたのは、目視操作の経験に基づく距離であるが、望ましい距離は30m程度以下である。
- 2) 遠隔操作と超遠隔操作の境界を150mとしたのは、操作信号を伝送する「特定小電力無線」の電波の伝送距離の限界が、およそ150mであるからである。
- 3) 超遠隔操作は、電波が指向性をもつため、見通しのよい中継局が距離に応じて複数必要となる場合がある。
- 4) 無人ラフテレーンクレーンの無線操作は、ブーム先端に取り付けられた吊荷監視カメラと荷下し付近の状況を映し出す固定カメラを用いた「遠隔操作」による施工と「目視操作」による施工を使い分けた。

図1.14に遠隔距離と操作方法について示す。



【無人バックホウ】



【無人ラフテレーンクレーン】

図1.14 操作形態と使用無線の区分

(2) 機械制御信号と映像信号

無人化施工で各地において使用された信号周波数は、表1.4のとおりである。

表1.4 使用された無線周波数の例

無線操作方法	距離	機械制御信号周波数帯	映像信号周波数帯
目視操作	50m程度以下	429MHz帯	－（不要）
遠隔操作	50m～150m	同上	2.4GHz帯
超遠隔操作	150m～2km	同上（中継局設置）	50GHz帯簡易無線

※ 各種無線の特質表を巻末資料（巻末資料－1）に付す。

1.4.4 無人化測量

無人エリアにおける測量は、光波測距儀、測量用ターゲット、GPSなど無人エリアに立ち入らなくても可能な方法で実施しなければならない。

【解説】

(1) 光波測距儀

光波測距儀（写真1.20（左））は、俯角、水平角度と目標ターゲットまでの反射距離を計測することにより、位置がXYZ座標で明確になる。特に、自動追尾式を用いれば目標ターゲットの移動を追尾し、リアルタイムでの位置・高さ計測が可能である。また、目的物に直接レーザを照射して計測するターゲットレスレーザ（ノンプリズム測距儀 写真1.20（右））の使用も有効である。

(2) 測量用ターゲット

光波測距儀で計測しようとする位置に置き、光波を反射させるものである。精度を要求される測量には光波プリズムが用いられるが、無人化施工では、写真1.20（中央）のように鋼材で組立てた自立柱の底面から1.0m位置にシールターゲットを貼り付けている。

(3) GPS

GPS測量はGPS衛星（ナビスター）を利用して直接見通しできない測点間のベクトル（位置関係）を高い精度で求めるシステムである。2組セットで使用するにより、機械の座標（XYZ）が手元のGPSに入力され測定できる。また、パソコンシステムにより、機械の位置・高さが表示でき、設計位置との対比や施工管理に応用できる。



自動追尾光波測距儀



測量用ターゲット



ノンプリズムトータル
ステーション

写真1.20 無人化測量機器

2. 設 計

2.1 事前調査

無人化施工を計画する場合は、土石流等の危険要因に対する事前調査を行い、現地の状況を把握しなければならない。

1. 無人化施工の必要性検討（危険内容の確認）
 - ①土石流等の発生状況、災害履歴等の把握
 - ②施工条件及び危険性の調査
2. 無人化施工の可能性検討
 - ①無人化施工の対象工種または無人化施工部分の特定
 - ②無人化施工の実現の可能性検討（工事用資機材の搬入路の確保など）
3. 地質の事前把握
構造物設置位置の地質の事前把握
4. 掘削土砂処理の検討
残土処理方法、代替工法の検討

【解説】

(1) 無人化施工の目的・区分

- 1) 無人化施工には次のようなものがある
 - ①事前調査により危険度が高いことが確認され、有人施工が危険と判断される箇所の施工
 - ②想定する危険発生時において、緊急避難が容易でない部分（地中化部分など）の施工
 - ③下流に対する安全対策上、危険が予想されても工事を続行せざるを得ない箇所の施工

(2) 無人化施工の必要性検討

過去における土石流等の発生状況、災害履歴、施工予定地点における危険性などを調査し、施工条件・対策施設を検討して無人化施工の要否を判断する。

- 1) 土石流等の発生状況、災害履歴等の把握
 - ①土石流等の発生状況、頻度、災害発生履歴については、既往調査資料（流域情報マップ、砂防便覧等の文献）、又は、現地調査により把握する。
 - ②地図又は航空写真があれば、図化年次又は撮影年次を比較して、場所によっては溪流の変化を類推できるものがある。
- 2) 施工条件及び危険性の調査
 - ①施工予定地点の上流に立ち入り、不安定土砂の堆砂状況、地すべりの発生状況、斜面の危険の内容、危険度などを把握し、施工条件及び対策施設を検討する。
 - ②施工予定地点と危険発生地点の距離、中間における危険監視の可否を把握する。
 - ③危険内容・危険度・対策施設を総合評価し、無人化施工の必要性を検討する。

(3) 無人化施工の可能性検討

現地調査結果から、無人化施工対象工種又は無人化施工部分を特定し、搬入が必要な資機材を想定して、必要な資機材搬入のための工事用道路等の設置の可能性を調査し、無人化施

工実現の可能性を検討する。

1) 無人化施工の対象工種又は無人化施工部分の特定

斜面切土などのように、エリア全体を無人化施工の対象とするか、またはコンクリート構造物の河床面以下の部分のみを対象とするかなどを検討する。

2) 無人化施工の実現の可能性検討

想定される危険などから無人化施工が必要と判断された場合は、無人化施工の実現の可能性を検討しなければならない。

無人化施工の実現の可能性は、

- ①無人化施工の対象工種、または資機材搬入のための工事用道路設置の実現性、
- ②仮締切等必要な仮設の施工性、
- ③緊急時における安全確保のための作業員の避難方法・場所、工事用資機材の夜間・休工時等の待避ヤード設置の実現性等で検討する。

(4) 地質の事前把握

無人化施工を計画的に実施する溪流においては、事前に地質を把握し、必要な場合は現地調査により施工性及び構造物の基礎地盤として耐えられるか把握しておく必要がある。

無人エリアでの確認は難しいため、人が立ち入る必要がある場合は、監督職員と協議する。

1) 地質調査の必要性

無人化施工箇所は、施工中に地盤支持力を測定することは容易でない。従って、構造物を無人化施工により構築しようとする場合は、計画箇所の地質が基礎地盤として耐えられるか否かの検討を事前に実施しておく必要がある。

2) 地盤支持力と整合した構造物の選定

構造物の選定に当たっては、地盤支持力と整合させて選定する必要がある。

(5) 掘削土砂処理の検討

掘削残土の処理は、主に河道内敷き均しと搬出であるが、現地の土砂を利用する“砂防ソイルセメント”等による代替工法を活用し、搬出土砂量を少なくする工法の検討も必要である。また、残土の処理は、搬出コスト、工程への影響、出水時における下流への影響など重要な検討要因である。

なお、搬出する土砂等は、「リサイクル計画書」を作成し、適正に処分しなければならない。

1) 搬出する土砂等の処分

①河道又は溪流から搬出する土砂の処分は、建設リサイクルガイドラインに基づき「リサイクル計画書」を作成し、適正に処分する。

②“公共建設工事における再生資源活用の当面の運用について”（平成14年5月30日）に基づき搬出する。

2) 砂防ソイルセメント

現地の土砂等を利用して、セメントと混合し固化する工法であり、コンクリート材料と土砂材料の中間的材料である。施設の目的や形状に応じて配合等を設定することにより、幅広い適用が可能である。また、施工例も増加しており、工法は有効であることが確認されつつあるが、まだ試行段階である。砂防ソイルセメントには、「CSG工法」「砂防CSG工法」

「INSEM工法」「ISM工法」がある。

※砂防ソイルセメントの詳細は、「砂防ソイルセメント活用ガイドライン」参照。

①CSG工法、砂防CSG工法、INSEM工法

現地にある土砂とセメントを混合し、振動ローラで締固めて目的とする構造物を構築する工法。混合方法などにより呼称が異なる。

②ISM工法（現位置攪拌混合固化工法）

ISM工法は、構造物を築造する現位置において、現地の玉石や砂礫等とプラントから圧送されるセメントミルクを、汎用的なバックホウに装着したツインヘッドを用いて攪拌混合し、所定の強度を有する混合体を形成するものである。

ISM混合体の材料として望ましい粒度分布は、50～300mmが20～50%、5～50mmが30～60%、5mm以下が20～50%である。

※「現位置攪拌混合固化工法(ISM工法)設計・施工マニュアル」参照

2.2 適用性の検討

1. 事前調査により現地の状況を把握し、計画・設計されている施設または構造物が確実に施工できることを確認するため無人化施工の適用性検討を行う。
2. 施工計画について次の内容の検討を行う。
 - ①施工範囲及び対象工種
 - ②仮設計画
 - ③工程計画
 - ④無人化施工機械・機種を選定
 - ⑤無線制御システムと関連設備

【解説】

無人化施工の適用性検討

- ①発注者は、事前調査を踏まえ、無人化施工の適用性の検討を行う。
- ②発注者は、無人化施工を適用する場合において、設計・積算の検討のために、施工計画について概略検討を行う。
- ③受注者は、施工に際して、無人化施工の適用性の検討を行い、施工方法等について施工計画書に記載し、監督職員に提出する。

2.2.1 施工範囲及び対象工種

1. 想定する危険に対して、無人化施工範囲、対象工種を決定する。
2. 施工範囲は想定する危険に対し、退避時間が確保できない部分とする。
3. 対象工種は1. 2適用範囲による。

【解説】

- ①無人化施工する工種、その施工範囲・規模などが確定しないと、積算に必要な無人化施工建設機械・機種、搬入する資機材、現場監視及びリモートコントロールシステムなどが想定できない。
- ②施工範囲は浦川での実績から、当面、土石流からの退避時間が確保できない現況河床以下

の部分とする。ただし、退避時間は施工場所、退避施設等の位置、距離によって異なるため、現場毎の検討が必要である。

③対象工種は平成14年度で実績のある砂防土工、コンクリート堰堤工（コンクリート、型枠）を参考として決定するが、今後、床固工、護岸工等への適用拡大を図ることとしている。

表2.1 無人化施工実施工種事例（平成14、15、16年度）

工種	種別	細別	備考
砂防土工	掘削工	掘削（土砂）	安全確保のための土砂ポケット掘削（BH1.4m ³ ） *不安定長大斜面切土（ワイヤロープ吊下げ式掘削機0.2、0.4m ³ ）
	法面整形工	法面整形（切り土部）	*補強・保護工施工のための切土法面整形（ワイヤロープ吊下げ式掘削機0.2、0.4m ³ ）
コンクリート 堰堤工	作業土工	床掘り	BH1.4、1.6m ³
	コンクリート 堰堤本体工	コンクリート	無人ラフテレンクレーン50t＋リモコン開閉操作式コンクリートバケット0.8、1.5m ³ 無人ラフテレンクレーン50＋吊下式締固機又はマイクロクレーンによる締固
		型枠	無人ラフテレンクレーン50t＋オートフック 円形型枠、U型側溝
	コンクリート 副堰堤工	コンクリート	ラフテレンクレーン＋遠隔開閉つきのコンクリートバケット1.5m ³ 使用 BH1.4m ³ ハブプレートユニット装着
型枠		BH1.4m ³ 把持装置つき 大型土のう、L型擁壁、コンクリートブロック使用	
仮設工	無人化設備工	無人化施工設備工	固定カメラの設置等

2.2.2 仮設計画

1. 作業員・資機材の待避またはストックヤードは、想定する危険に対して安全な場所に確保しなければならない。
2. 工事用道路は、安全確保のため河道外に設置することを原則とする。やむを得ず河道内に設ける場合でも横断部分を除き河床部には設けないものとする。
3. 仮締切、仮排水路設置を無人化施工で行う必要がある場合は、設置の可否について、無人化施工の工種・施工範囲などを合わせて検討しながら決定する必要がある。

【解説】

(1) 現場事務所、作業員の休憩所等

想定される危険から回避された場所に設置しなければならない。

(2) 作業員の待避

- ① 工事施工場所において想定される危険が発生したときに、作業員が必要な時間内に危険を回避できるエリアを設定しなければならない。
- ② この回避エリアへの避難に要する時間によっては、無人化施工の工種・範囲などが変更されることがあるので、この検討は重要である。

(3) 資機材の待避ヤードまたはストックヤード

- ① 重機の待避ヤード（夜間・休日等の仮置き場）の面積は、1台当たり50m²程度必要である。

②資材の仮置き場の面積は、仮置きを必要とする資材の量から適宜推定する。

(4) 工事中道路設置可否の検討

①工事中道路の安全確保

工事中道路は、工事中車両等が無防備なまま利用するものであり、河床横断などの区間を除き、土石流や雪崩などの想定される危険に対して安全でなければならない。

②工事中道路の規格・設計の参考図書

工事中道路の規格は、下記の図書などを参考として計画・設計する。

(参考:「北陸地方整備局設計要領」、「林道規定」、「土木工事 仮設計画ガイドブック(Ⅱ)」)

(5) 仮締切及び仮排水の検討

狭い河道における工事では、仮締切、仮排水路の設置が容易ではない。有人施工であれば掛樋なども設置できるが、無人化施工の場合は無人施工機械で行わなければならないため、施工方法が限定され、設置可否が明確になる。

従って、無人化施工の対象とする工種・施工範囲、仮設工法の可否について複合的な検討が必要となる。

2.2.3 工程計画

工種ごとの数量を算出し、工程を計画する。

想定される危険の発生時期や期間と、有人施工・無人施工の範囲の特定、混在する施工体制に応じた工程を算出して対比し、必要に応じて無人化施工の範囲などについて再検討することも必要となる。

【解説】

(1) 工程計画

①施工数量を基に、「3. 積算」の単位当たり施工量などを参照して工程を計画する。

②施工ブロック、コンクリート打設リフト等は、無人施工の効率、施工のサイクルを考慮する。

(2) 無人化施工範囲などの検討

1) 工程と安全性の確認

想定される危険の発生時期と現場における工程を対比し、危険の発生が想定される時期に実施している有人施工の安全性を確認する。

2) 無人施工・有人施工範囲の検討

工程に応じて、有人施工から無人化施工、無人化施工から有人施工への切り替えの検討も必要となる。

2.3 施工機械・機種を選定

無人化施工の対象工種、施工範囲、概算施工量などから、必要な機械・規格を選定する。
 なお、無人化施工機械は、普及度が低いため、どのような機種・規格のものがあるか把握しておくことが必要である。

【解説】

(1) 無人化施工機械・規格の選定

- ①工種の施工数量を勘案しながら、設計・積算に使用する無人化施工機械の機種・規格を選定する。
- ②無人化施工機械の規格は、施工能率を上げる必要性から、一般には有人施工の規格より大型の機種を採用している。

(2) 無人化施工機械

表2.2に北陸周辺における無人化施工機械の保有台数を示す。

表2.2 北陸周辺（東北、関東、北陸、中部、近畿）における保有台数

無人化施工 機械名称（単位）	規格×保有台数					合計台数
	東北	関東	北陸	中部	近畿	
ブルドーザ（t）	43×4 20×1	43×5 21×2	43×2 20×1	—	—	15
バックホウ（m ³ ）	1.4×1 0.8×2 0.5×3 0.11×1	1.4×4 0.8×6 0.5×1 0.11×2	2.7×1 1.9×2 1.4×9 0.8×9 0.5×1 0.45×3 0.08×1	1.4×4 0.8×3 0.28×1	0.11×4	58
不整地運搬車(t) (クローラダンプ)	11×1	11×4 10×2	11×2 —	11×3	11×1	13
移動式カメラ		4t級×4 2t級×3				7

注) 表示は規格×台数、(財)先端建設技術センター資料による(平成17年2月現在)

※ 無人化施工機械の保有状況を巻末資料(巻末資料-2)に付す。

(3) 資格・講習

無人化施工機械は、当該機械を運転する免許、資格(労働安全衛生規則による)を有する者によって運転することが望ましい。なお、より習熟度を高めるため、定期のメーカーによる運転技能講習または、自主的運転技能訓練を実施することが望ましい。

また、災害を防止するため管理を必要とする作業については、作業区分に応じて免許を受けた者又は技能講習を修了した者を作業主任者として配置することが望ましい。

2.4 無線制御システムと関連設備

無人化施工の対象工種、施工範囲、概算数量、機械・規格などが特定された後に、現場監視（施工状況監視）位置を確定し、カメラの配置、無線制御（リモートコントロール）システムなどを明確にする。

【解説】

(1) 施工監視位置の確定

- ①無線制御システムは、現場における施工状況監視位置・方法などにより大きく異なる。
- ②現場監視位置は、無人施工位置から50m程度以下で、工事箇所を見下ろせる安全な高所が望ましい。

(2) カメラの配置

図2.1に遠隔操作及び映像システムの概念を示す。

1) 固定カメラ

目視操作以外のシステムでは、安全施工及び施工効率化のため、現場の全景と無人化施工中のエリア全景を把握する固定カメラが必要である。

2) 車載カメラ

バックホウのバケット操作、型枠設置装置操作など固有作業のためにバケット等の操作状況を監視する車載カメラが必要である。車載カメラは通常、工事や作業全体を見る広角レンズと、細かい作業を見る広角～望遠レンズの2台を装備することが多い。なお、映像を伝送、表示するには機械の遠隔操作とは別の電波による送受信とモニターが必要である。

3) 移動カメラ車

遠隔操作を行う場合で、固定カメラや車載カメラでは不十分な場合に、カメラを移動作業車、小型バックホウ等に車載し、移動しながら映像を転送する。ヤードが広い、または地形的な障害物を回避する場合に用いられる。このカメラ車自体の遠隔操作も必要となる。

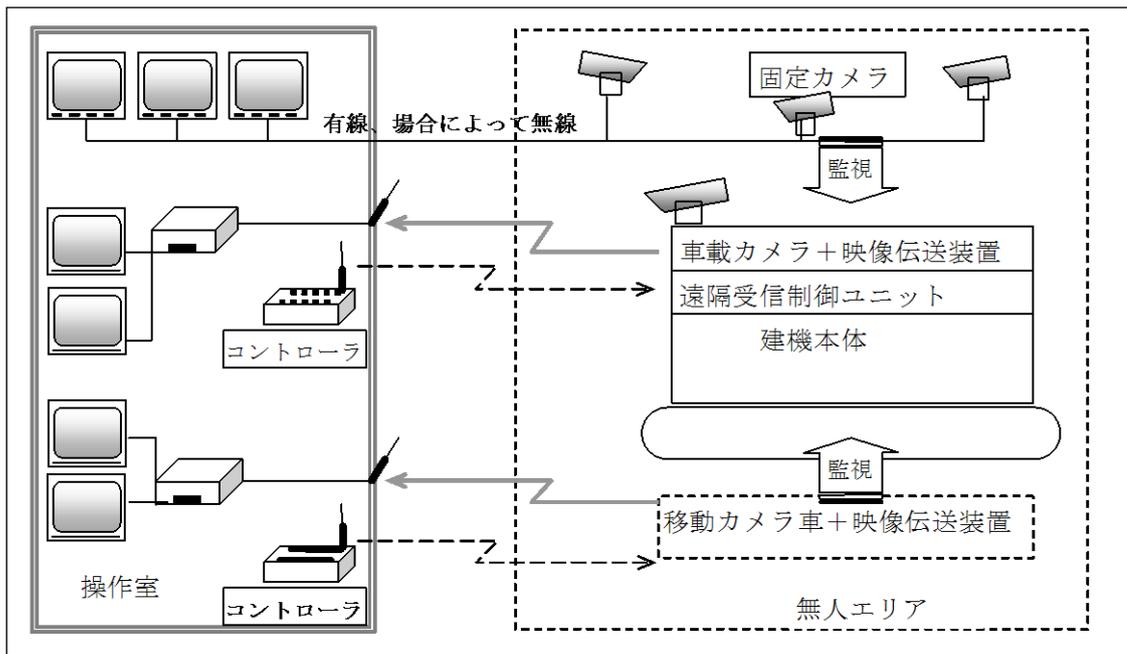


図2.1 遠隔操作及び映像システムの概念

(3) 無線制御（リモートコントロール）システム

図2.2、図2.3、図2.4に画像監視と施工範囲事例を示す。

1) 目視操作

見通しがよく、操作距離が50m程度以下の場合、操作員が無人化施工機械を目視しながらコントローラを操作する「目視操作」が可能である。

2) 遠隔操作

見通しがよくても、操作距離が50mを超えると、無人施工機械の目視操作は困難となる。このような場合は、車載カメラにより作業場所の映像を無線で伝送し、操作員はモニターを見ながらコントローラを操作する「遠隔操作」となる。

3) 超遠隔操作

操作距離が概ね150mを超えると、操作信号を伝送する特定小電力無線の電波の伝送距離が限界となることが多い。このような場合は、途中で電波の中継装置（固定局、または無人中継車など）を設けて伝送する。

この方式は、無線システムにもよるが5km程度まで伝送することができる。

(4) 無人化施工関連機器

無人化施工に必要な関連機器には、「測量機器」、「発動発電機」などがある。

1) 測量機器

無人化施工部分の出来形管理の測定に必要な測量機器であり、「光波測距儀」と反射ターゲット、ノンプリズムトータルステーション、「GPS」などを用いて行なわれる。

2) 発動発電機

無人化施工を行う地域では、商用電力が供給されていることは希であり、無人化施工に必要なすべての電力を供給する発動発電機が必要である。また、柳谷の無人ラフテレーンクレーンではブーム先端に装着されている吊荷監視カメラの充電専用の発動発電機が必要である。

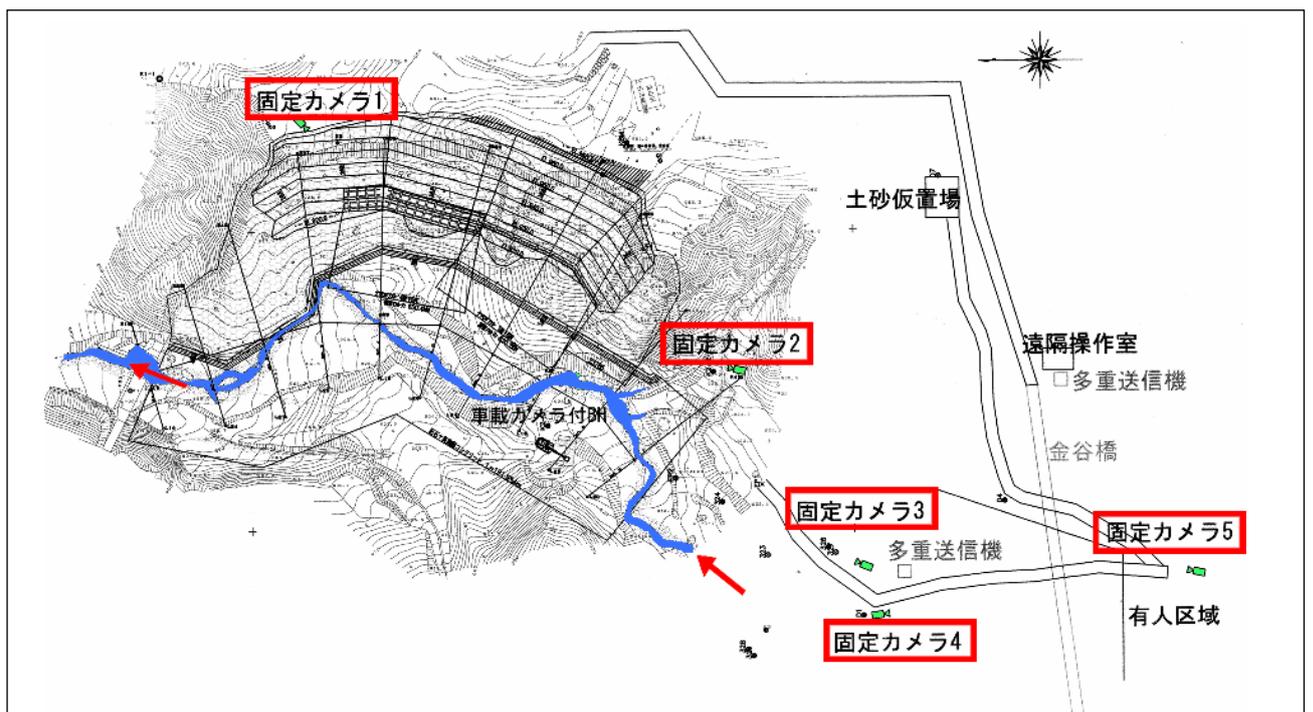


図2.2 浦川での画像監視と施工範囲事例（作業残土運搬処理）

浦川7号砂防堰堤工事 無人化施工設備配置図

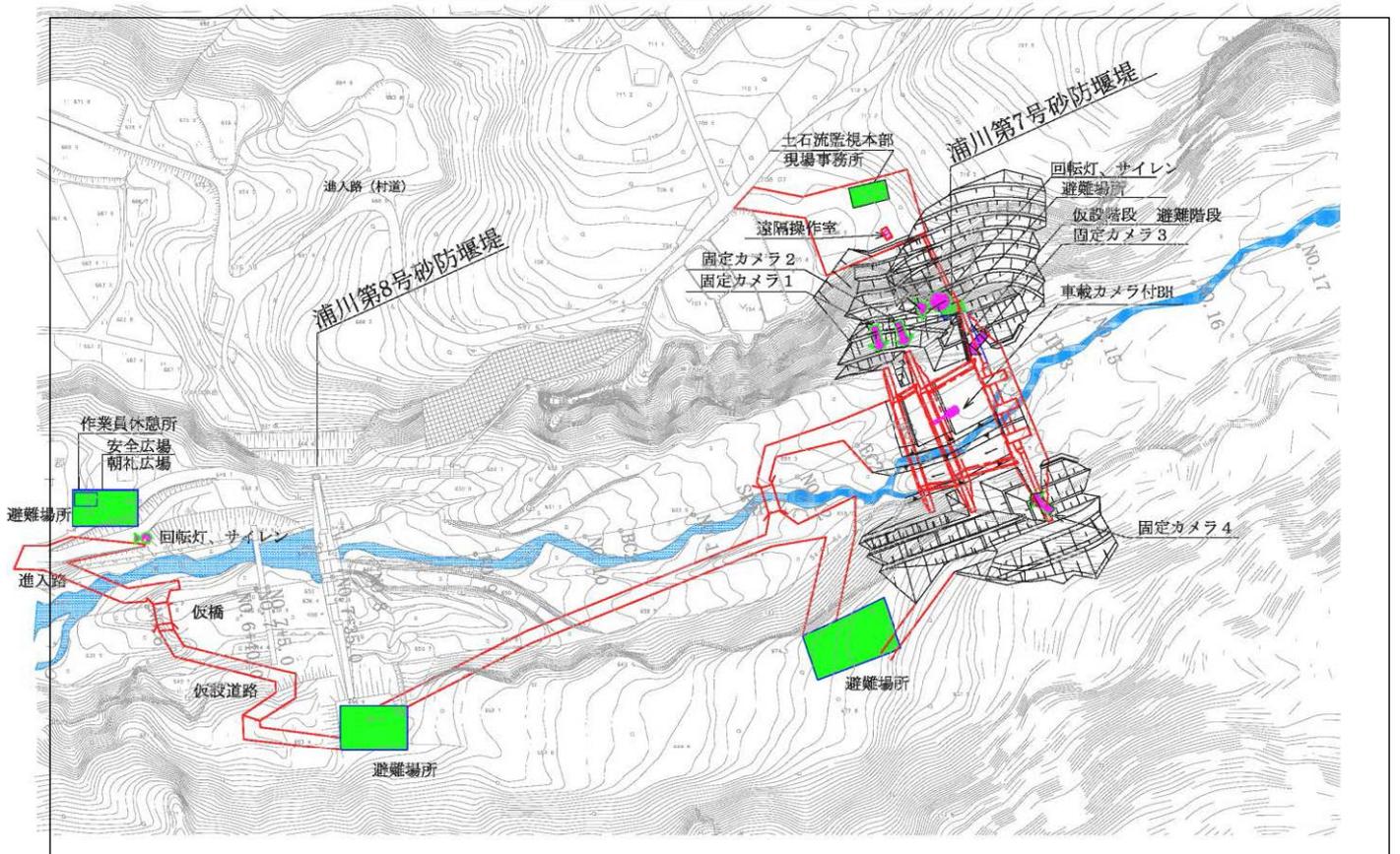


図2.3 浦川での画像監視と施工範囲事例（本体施工）

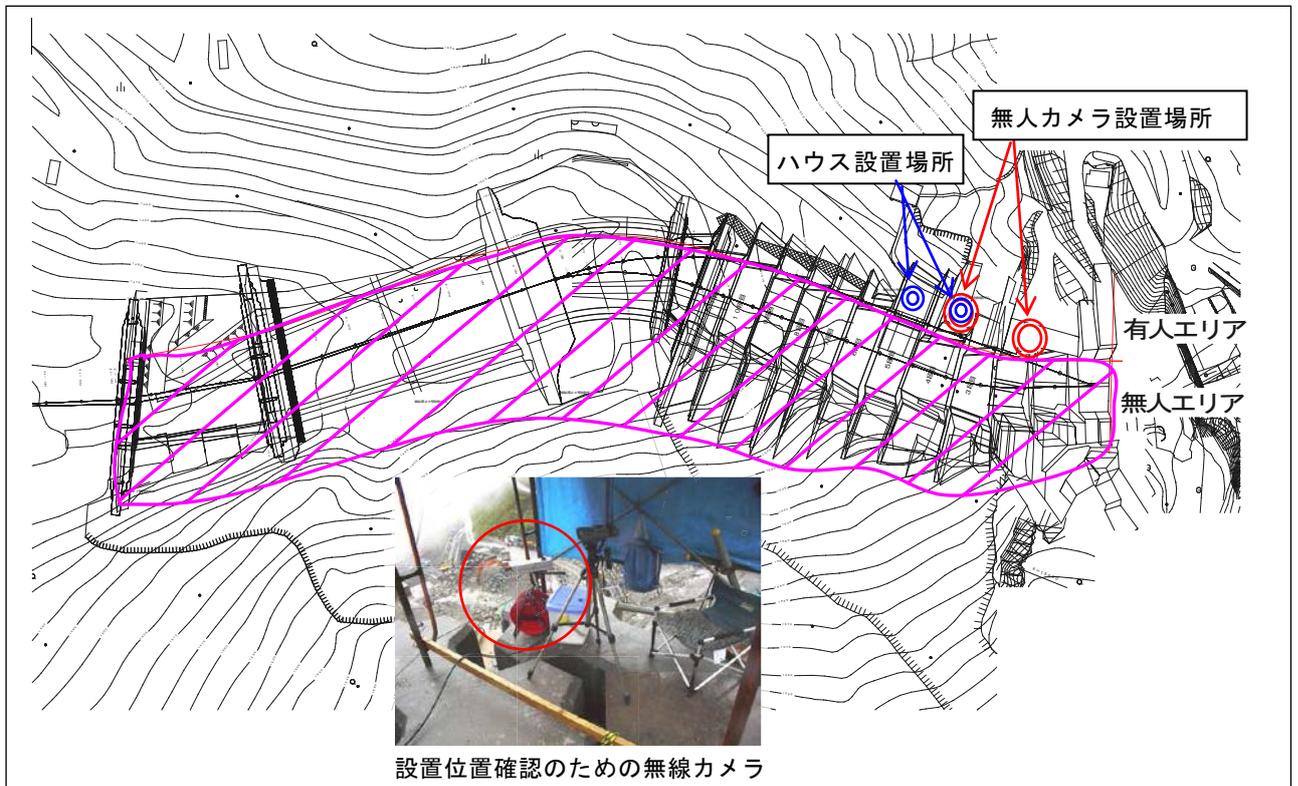


図2.4 柳谷での画像監視と施工範囲事例（本体施工）

2.5 設計

2.5.1 砂防堰堤等

1. 砂防堰堤等の設計は、通常施工（有人施工）の規定に基づく設計条件を用い、安定計算及び数量計算を実施する。
2. 無人化施工を実施する場合の掘削余裕、法勾配は使用型枠材料、有人工種の混在、施工期間等を考慮して決定する。

【解説】

(1) 砂防堰堤等の設計

1) 無人化施工の形態

本節の「砂防堰堤等」とは、砂防堰堤の本堤、副堤、水叩、側壁、垂直壁をいう。平成14、15年度の浦川での無人化施工は副堰堤、側壁の現況河床以下の部分、水叩のみ実施され、また、平成16年度の柳谷では、左岸側の山腹崩壊の危険があるエリアにおいて導流落差工の本堤の無人化施工が実施された。施工手順・使用材料では砂防堰堤の本堤、副堰堤、床固工の本堤、垂直壁も同様である。

2) 有人、無人化施工における出来形の相違点

砂防堰堤等の無人化施工・有人施工を対比して、出来形の相違する要因は、型枠設置の有無、又は設置した型枠の種類・形状にある。図2.5に無人施工による形状変更事例を示す、破線で示した、設計上必要な形状に対し、無人化施工では、実線のように形状が異なるため、設計、積算時に考慮する。積算数量の詳細は3章3. 3. 7コンクリート工に記載する。

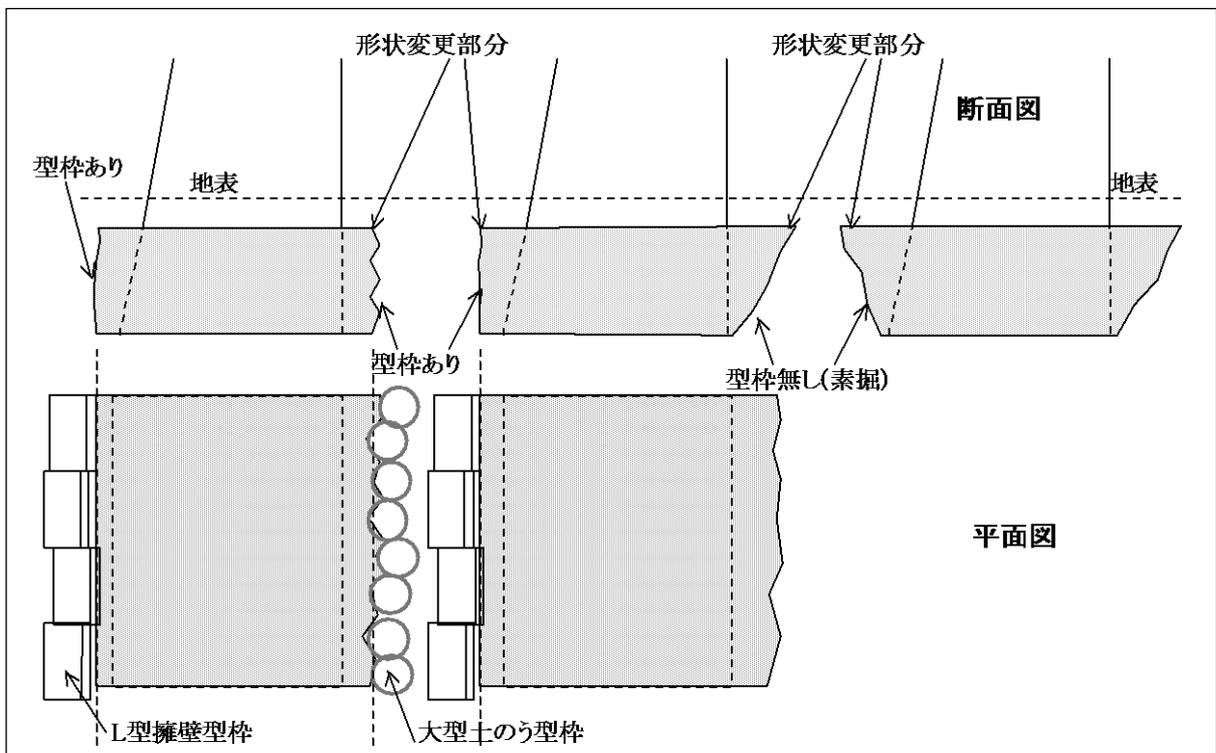


図2.5 無人化施工による地中部の形状変更事例

3) 設計

無人化施工では、通常施工時の形状に変更を加えるが、要求される機能、安定性を損なわないことが原則である。したがって、無人化施工を前提とした設計を行う場合でも、これまでの諸規定に基づき設計条件を設定し、安定計算及び数量計算を実施することによい。

- ①形状変更部分の変形量は、型枠を設置した施工は20～30cm。無型枠による施工は、土質に応じた掘削勾配にもよるが、床掘深さの1/2～床掘深さ程度である。
- ②この変形は、出来形と工事費が相反する関係にあることからやむを得ない側面があること、及び堰堤等の危険側への変形ではないことから、この程度の変形であれば安定性確認の必要はない。
- ③施工の都合上形状を大きく変更せざるを得ない場合は、安定性を照査するものとする。

(2) 作業土工の設計

作業土工とは、コンクリート構造物構築のための床掘り、埋戻しをいい、無人化施工の対象となる。

- 1) 無人エリアにおける無人化施工は、「労働安全衛生規則の第6章掘削作業等における危険の防止」の対象とはならないため、床掘掘り勾配を崩壊しない範囲できつとできるが、有人工種の混在、施工期間の長さ等の不確定要素がある場合には、通常の有人施工で規定している設計勾配と同一とする。
- 2) 掘削余裕は大型土のう、L型擁壁等の型枠工法で変化するため、それぞれについて設定が必要である。
{3.3.5 作業土工（床掘）参照}
- 3) 作業土工は、無人化施工の効率化の面から検収対象としないケースも考えられる。その際は、施工数量が増減しても精算変更は行わないのが通常である。
- 4) 地中部分のコンクリートは、構造上の安定性を確保できれば、型枠無しで施工することが工程、費用の面でも効果的である。

(3) 流路等の設計

流路等では、流路護岸工及び床固工（床固め本体工、垂直壁工）のコンクリート構造物において、砂防堰堤工と同様に作業土工、コンクリート、型枠工を無人化施工の対象とする。設計は、通常施工と同一の設計とする。

ただし、護岸工は大型土のう等の無人化施工が可能な材料を用いるので、形状の変更が必要である。

(4) 施工事例

① 松本砂防事務所

図2.6に示す、副堰堤、側壁、水叩きの斜線部分の掘削床掘り、大型土のう型枠設置、コンクリート打設が無人バックホウで施工された。

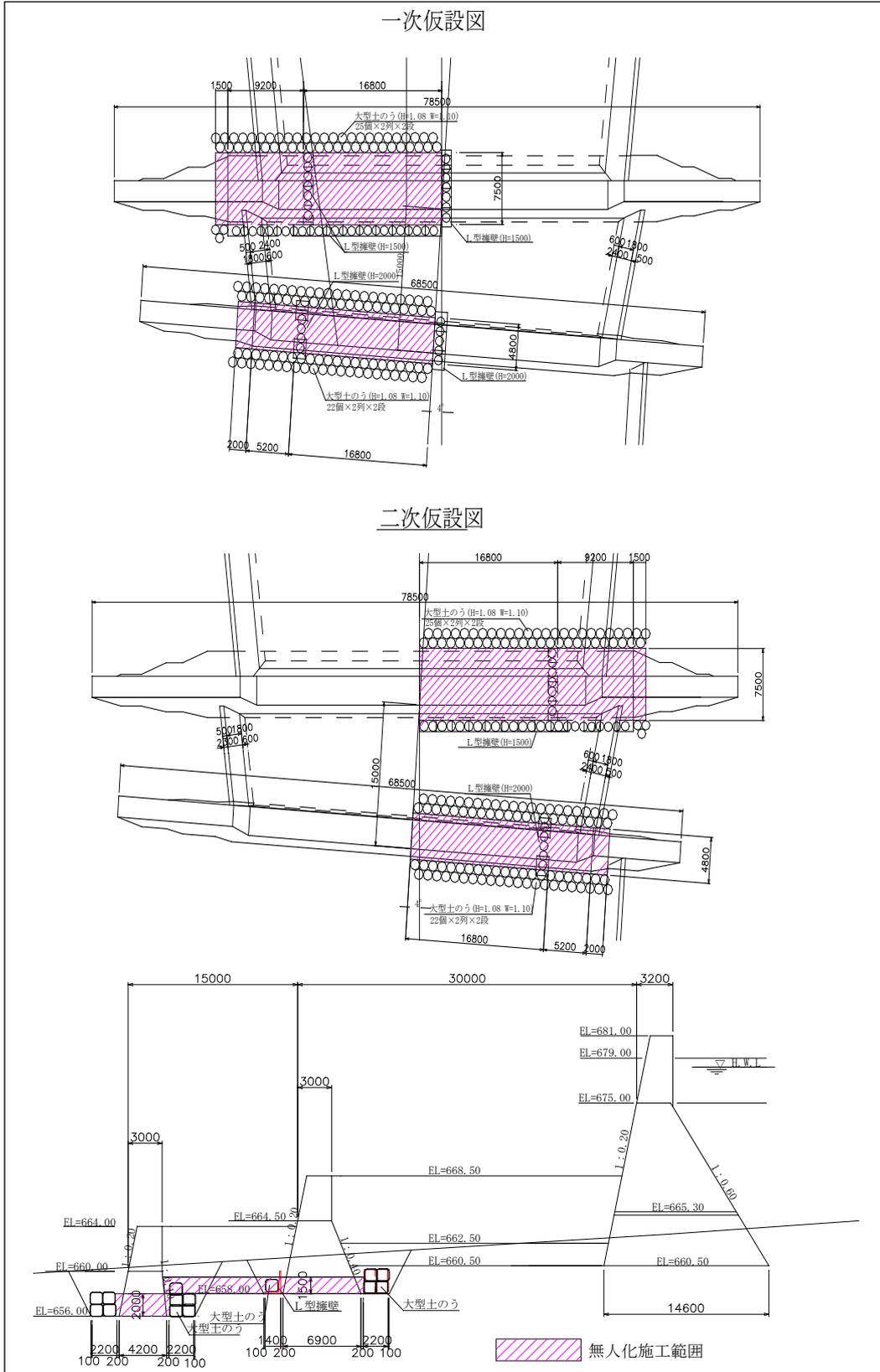


図2.6 無人化施工設計事例 (浦川)

②金沢河川国道事務所

図2.7に示す、導流落差工の斜線部分の円形型枠、U字側溝型枠設置、コンクリート打設が無人ラフテレーンクレーンで施工された。

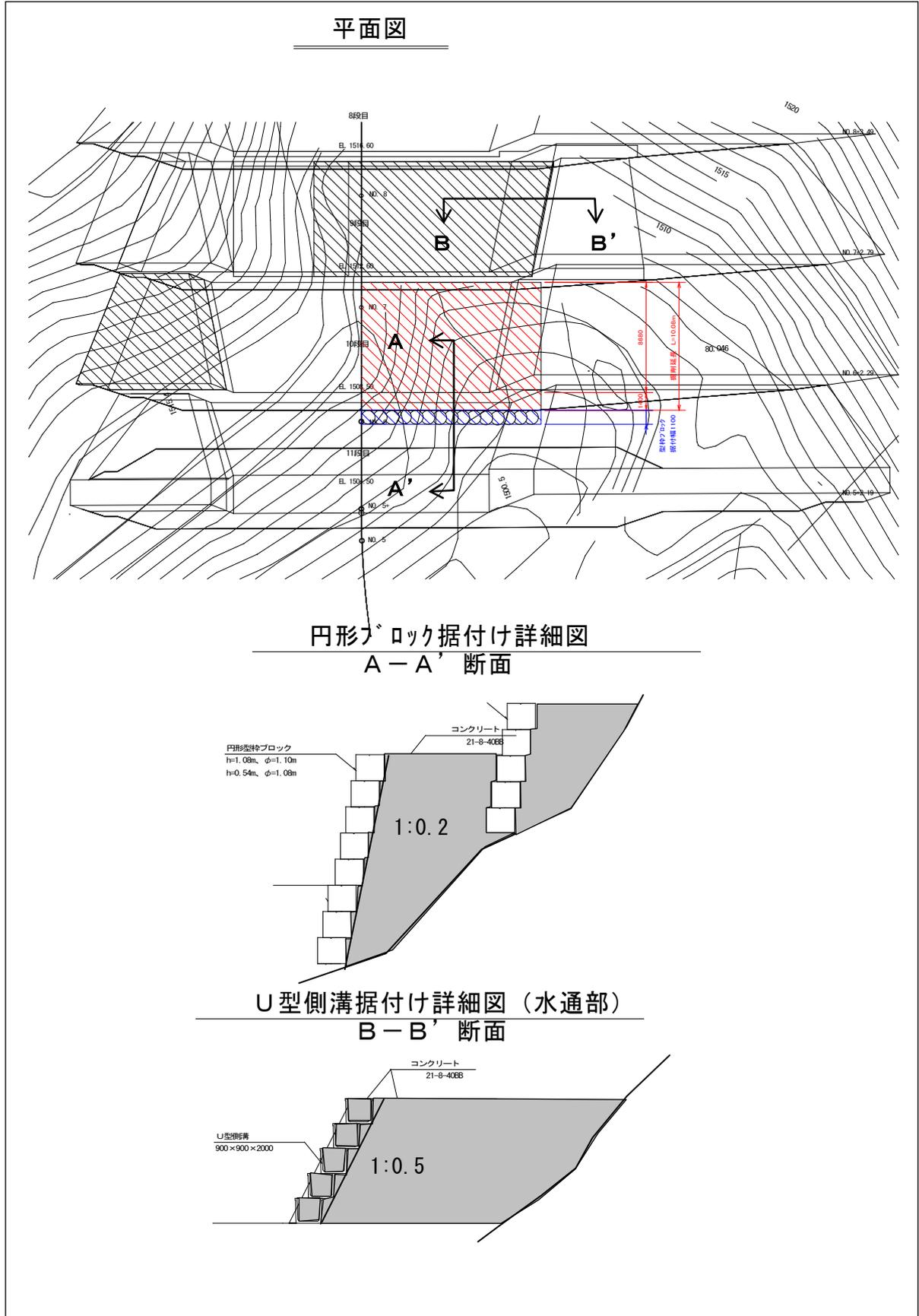


図 2.7 無人化設計事例（柳谷）

2.5.2 斜面对策工

斜面对策工の無人化施工は、掘削（土砂）及び法面整形が可能である。

【解説】

斜面对策工の無人化施工例、及び無人施工機械には、表2.3のようなものがある。

表2.3 斜面对策工の無人化施工例

種別(レベル3)、細別(レベル4)	実績	無人化施工機械	備考
掘削工、(土砂掘削)	有	BD、BH、BD・BHの組合せ またはワイヤーロープ吊下げ式掘削機	
法面整形	有	BD、BH、BD・BHの組合せ	緩斜面のみ可能
		ワイヤーロープ吊下げ式掘削機	長大急斜面でも可能

注：BD→ブルドーザ、BH→バックホウ

(参考) 浦川における山腹工の施工例（平成14、15年度）

斜面頂部又は上方の安全な平らな場所に掘削機を斜面上に吊り下げることのできるアンカーを設けて、そのアンカーからワイヤで牽引したワイヤーロープ吊下げ式掘削機（0.4m³及び0.2m³級の2種類）により斜面の切土を行った。（写真2.1）



写真2.1 斜面对策工事例

3. 施 工

3.1 測量（施工位置の決定）

1. 光波による無人化測量

無人化施工部分、または無人化施工体制に入ってからからの測量は、そのエリアへの人の立ち入りが禁止される。無人エリアの測量は、安全な高所等に「ノンプリズムトータルステーション」を設置し、無人エリアの任意の点を測量する。

2. 光波測量による出来形測量

長さ、幅、高さなど出来形管理に必要な測量は、光波測量により行う。

【解説】

施工位置、掘削範囲、基面高等の測量は、無人エリア外の安全な高所に据えたノンプリズムトータルステーションにより計測を行う。（写真 3.1、3.2 参照）計測の方法としては、次に示す手順で行う。

①無人エリア外の基準点（あるいは補助基準点）に、ノンプリズムトータルステーションを設置する。

②ノンプリズムトータルステーションで測定箇所の、距離及び角度（水平・鉛直）を測定する。出来形測量も同様に完成高、基準位置等を計測する。

ノンプリズムトータルステーションは、可視光レーザを用い反射プリズムや無人測量ターゲットを必要とせず任意の点をピンポイントで測定が行える。一般的に測定範囲は0～350m、測距精度は5～8mm程度である。

なお、自動追尾式トータルステーションやGPS測量を系統的に実施することで、効率が向上するが、施工規模・精度を勘案して測量方法を決定する。



写真 3.1 ノンプリズムトータルステーションによる床掘り高さの測量



写真 3.2 ノンプリズムトータルステーションによる大型土のうの位置決め測量

3.2 砂防堰堤工

3.2.1 施工手順

砂防堰堤工における無人化施工部分の施工手順は、下記のフローで行われる。



【解説】

砂防堰堤の地中部分を無型枠で施工する場合は、型枠設置・撤去のプロセスは不要である。

3.2.2 丁張り設置

1. 丁張り設置は、工事施工の最も重要なプロセスの一つである。

堰堤工底面の幅（前面のライン・後面のライン）及び長さを現位置に木杭等の丁張りで明確に明示する。さらに、幅のラインは、高所の見やすい流失などの恐れのない位置に引照する。

2. 型枠を設置する計画がある部分は、床掘する表面の長さ・幅を木杭等で明確にする。

【解説】

(1) 監督職員による段階確認

砂防堰堤工の丁張り設置は、砂防堰堤の法線設置である。

土木工事共通仕様書 3-1-1-6 の監督職員による確認及び立会等に該当する。従って、丁張り設置後、監督職員による“段階確認”を受けなければならない。

(2) 丁張りの設置・引照

無人化施工部分は、無人化施工が終了するまで“人”の立入りができない。丁張りは、施工位置の指示・確認のためのものであり、無人化施工機械等を操作し、型枠設置などのあらゆる作業の位置決定の基準となるものである。従って丁張りの設置・引照は重要である。

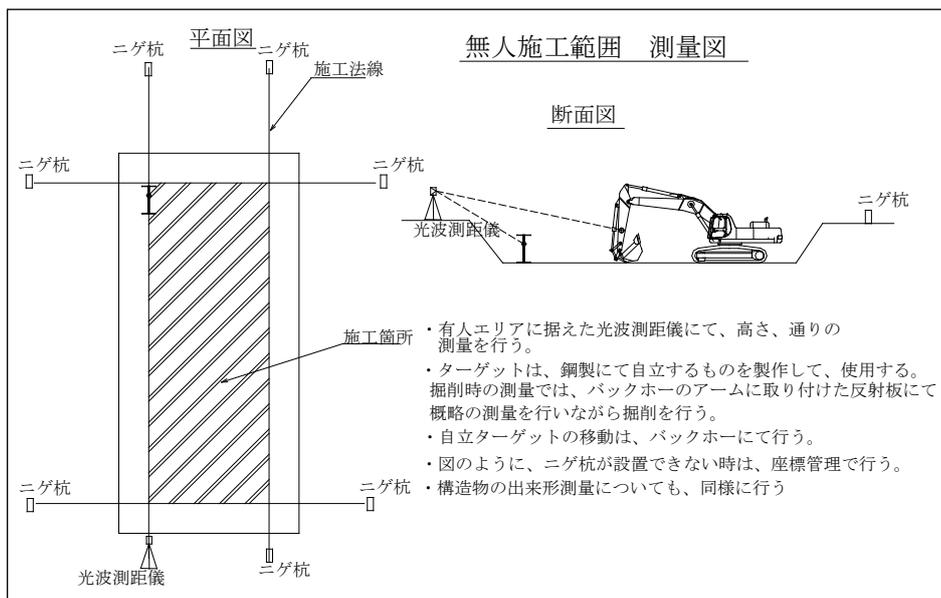
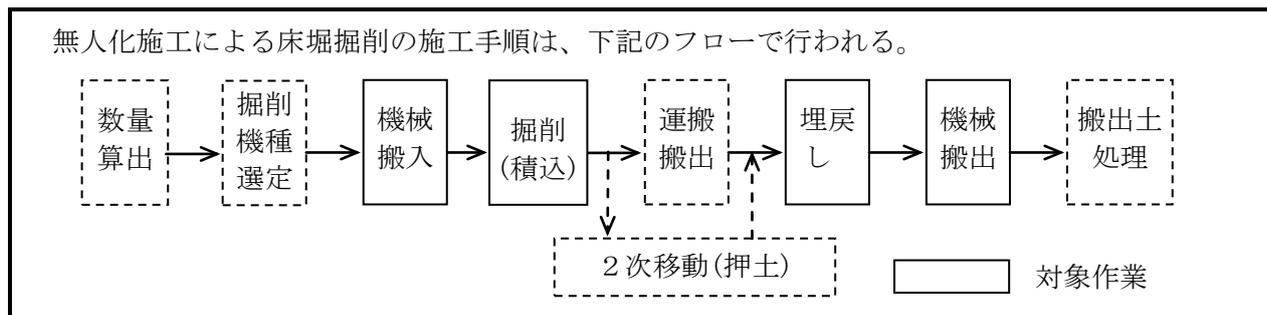


図 3.1 無人化測量（浦川 7 号砂防堰堤工事）

3.2.3 床堀掘削（埋戻し）



【解説】

(1) 掘削機種選定

掘削はバックホウで行われ、北陸及びその周辺では、1.4 m³級の無人バックホウが多く使用されている。

(2) 運搬搬出

土砂の運搬搬出は、ダンプトラックまたは不整地運搬車で行われる。不整地運搬車は、クローラ式とホイール式があり、クローラ式には無人化されたものがあるが、ダンプトラックは開発途上にある。

また、不整地運搬車は、時速10km程度以下で走行するが、公道の走行はできない。北陸周辺には、無人化施工用のクローラ式の不整地運搬車（クローラ式不整地運搬車をクローラダンプとも呼ぶ）11t級がある。

(3) 2次移動（押土）

土量またはフィールドの状況に応じて、バックホウまたはブルドーザが使用される。バックホウは、掘削に使用した機械を使用する。（写真3.3、3.4参照）北陸周辺にある無人ブルドーザは、20t級のブルドーザである（40tを超える大型のものを除く）。



写真 3.3 無人化エリアと掘削状況

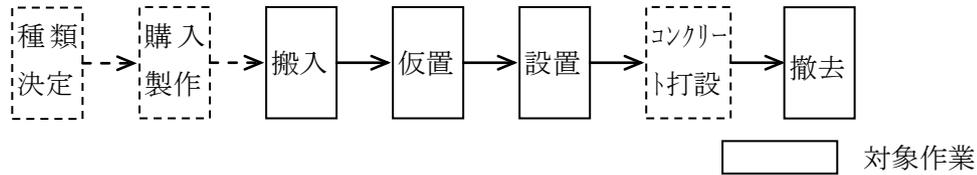


写真 3.4 目視による遠隔操作

3.2.4 型枠

無人化施工による型枠設置・撤去の施工手順は、下記のフローで行われる。

なお、型枠は、コンクリート部材または大型土のうなどが使用される。



【解説】

(1) 型枠の選定

無人化施工のコンクリート構造物は、地中部分であれば無型枠で施工することが費用・工程の面から望ましい。しかし、構造上型枠が必要な場合。または施工箇所等により、景観への配慮などが必要な場合は型枠設置が必要となり、型枠の種類は設計条件により選択する。

1) 出来形を問わない面の型枠または埋殺し型枠（写真 3.5、3.6 参照）

出来形を問わない面は一般に大型土のう型枠が使用される。土のう型枠は、現場内の安全な場所で、河床の土砂を詰めて製作する。

2) 仕上りに直線性が必要な面の型枠（写真 3.7）

一般にコンクリート部材（L型擁壁）が使用される。なお、型枠には、コンクリートが剥離しやすいように、コンクリート打設側をビニールシートなどで覆うことが必要である。

3) 鉛直打継面の型枠（写真 3.8）

鉛直打継面ではコンクリートブロック（購入又は、現地製作）を残存させて用いられる。

4) 型枠ブロック（写真 3.9、3.10 参照）

柳谷では、無人化施工により従来の型枠の組み立てが困難なため、型枠の代用となるブロックの開発を行った。型枠ブロックは施工条件により、型枠ブロックと円形型枠ブロックの2つを使い分けて施工されている。

型枠ブロック・・・本体コンクリートの内部に食い込む形状となっており、本体扱いの残存型枠として扱われる。

円形型枠ブロック・・・円形状であり本体コンクリートに対し側面が付着するだけなので本体としては扱えない。

(2) 仮置き

型枠の仮置き場所は、無人化施工機械（バックホウなど）による設置が容易にできるよう、構造物の最寄り、かつ、想定される危険に対しても一定の安全確保できる位置とする必要がある。

(3) 設置

型枠設置は、無人バックホウによる設置と無人ラフテレーンクレーンによる設置がある。

無人バックホウにより設置する場合は、バケットを土のう型枠吊り器または部材型枠掴み機に交換して行う。無人化施工を合理的に行うためには、バックホウの移動距離を最小限にすることが必要である。このため、仮置きした型枠をラフテレーンクレーンにより吊り上げ、バックホウの際に下ろし、バックホウは型枠を吊って走行することなく、回転のみで設置できるような工夫

が必要である。

無人ラフテレーンクレーンにより設置する場合は、玉掛けは有人エリアで行うが、設置時は無人エリアとなるためオートフックを用い切り離しを行う。クレーンで施工する際ワイヤー1本吊りとなるため、吊下げ時に型枠が回転し据付方向の調整が難しい。また、オペレータが視認出来ない箇所では、無線カメラ・誘導員の指示が必要となる。また、カメラの設置箇所についても注意が必要である。



写真 3.5 大型土のう設置



写真 3.6 型枠設置完了



写真 3.7 L型擁壁型枠の設置



写真 3.8 コンクリートブロック型枠設置



写真 3.9 円形型枠設置状況



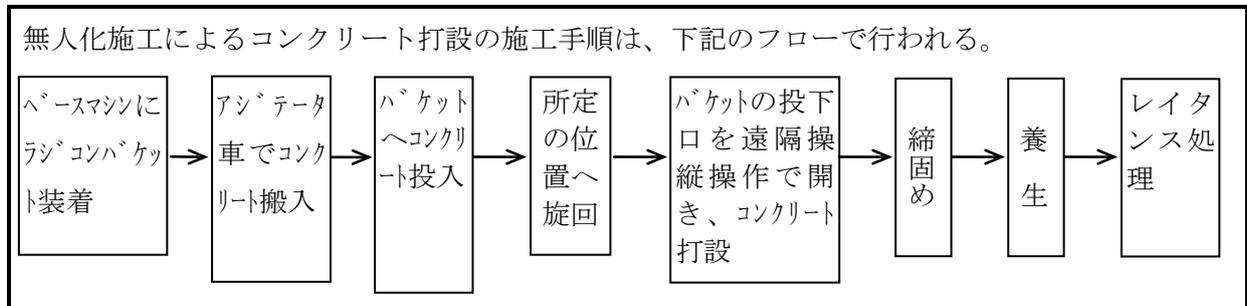
写真 3.10 型枠ブロック設置状況

(4) 撤去

コンクリート部材型枠及び土のう型枠の撤去が必要なものは、無人バックホウで撤去する。

なお、工事の進捗によって、想定される危険に対する安全性が確保できるときは、有人施工によるラフテレーンクレーンまたはバックホウで撤去できる。

3.2.5 コンクリート打設



【解説】

(1) コンクリート打設

- 1) 有人エリアで、無人化施工機械に取り付けられたバケットに、コンクリートを投入。
- 2) 所定の位置まで旋回し、リモコン操作でバケットのコンクリート投下口を開き打設する。
- 2) 落下高の確認は、バケットにつり下げたチェーンなどにより行う。

(2) コンクリート打設、締固め機械

有人エリアにおいてコンクリートをバケットに投入し、無人エリアに遠隔操縦で打設することから、コンクリート打設に使用する機械は打設地点までの距離と作業半径によって決まる。

1) 使用機械

土木工事標準積算基準では、砂防堰堤のコンクリート打設は、ケーブルクレーンまたはラフテレーンクレーンが標準となっているが、浦川での無人化施工によるコンクリート打設は、

- ・ラフテレーンクレーン投入+バックホウ締固め (図 3.3、写真 3.11)
- ・バックホウ投入+バックホウ締固め (写真 3.12、3.13)

が試行された。天端はバックホウ先端に装着されたアタッチメントで均された。(写真 3.14)

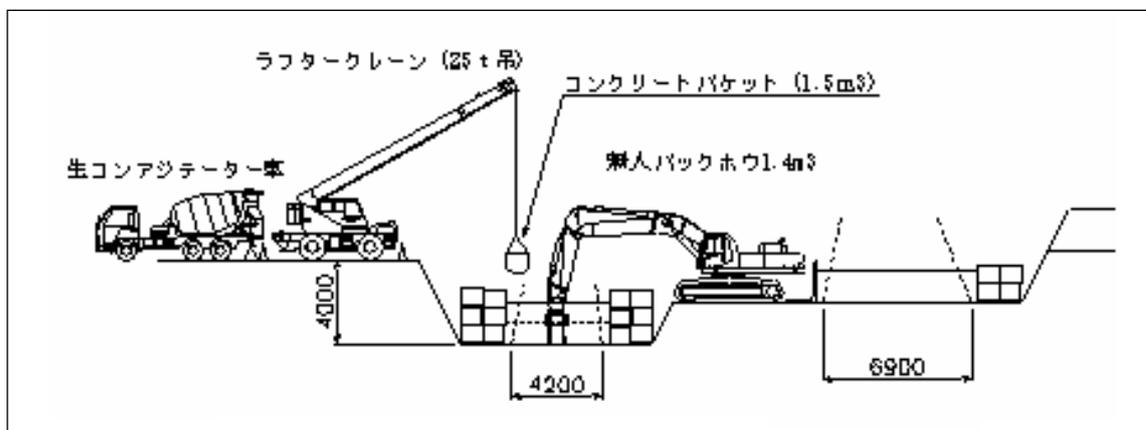


図 3.3 コンクリート打設施工図



写真 3.11 クレーン投入及びバックホウ締固め



写真 3.12 バックホウによる投入



写真 3.13 バックホウ締固め



写真 3.14 天端均し

柳谷の無人化施工によるコンクリート打設は、

- ・ 無人ラフテレーンクレーン投入・締固め (図 3.4、写真 3.15、写真 3.16)
- ・ 無人ラフテレーンクレーン投入・ミニクローラクレーン締固め (写真 3.17)

が試行された。

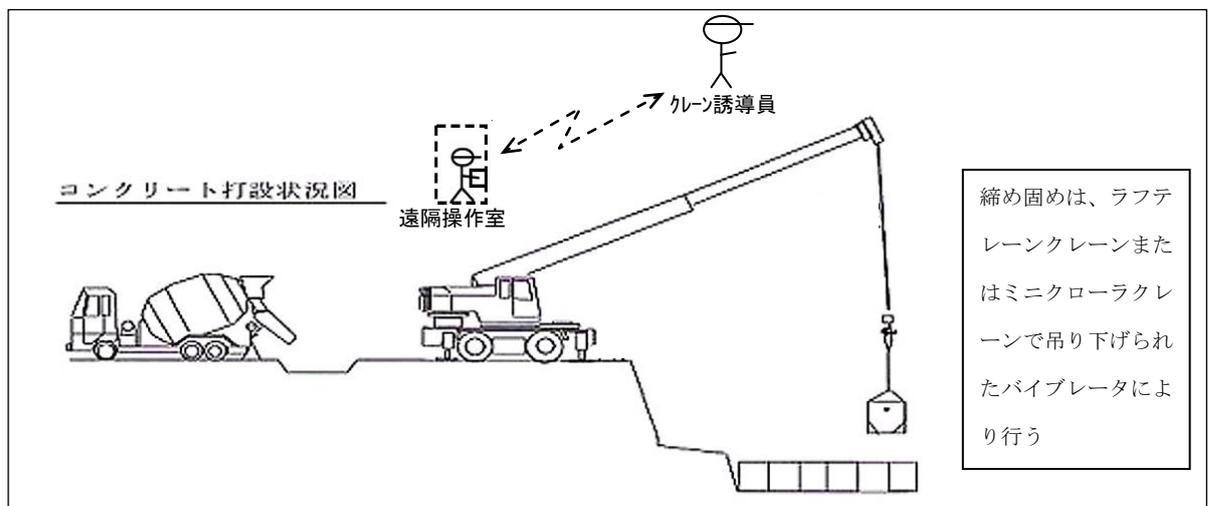


図 3.5 クレーンによるコンクリート打設



写真 3.16 無人ラフテレーンクレーンによる投入



写真 3.17 無人ラフテレーンクレーンによる締固め



写真 3.18 ミクロクレーンによる締固め

2) ラジコンバケット装着

コンクリート投下位置には“人”が立ち入れないため、無線により開閉するバケットを装着しなければならない。

(3) コンクリート養生

無人バックホウを用いる場合の養生は、バケットを各々の用途に必要な下記アタッチメントまたはユニットに交換して行う。

養生：把持装置

養生シート

(図 3.5、写真 3.18、3.19)

散水装置

散水用発電機

水タンク

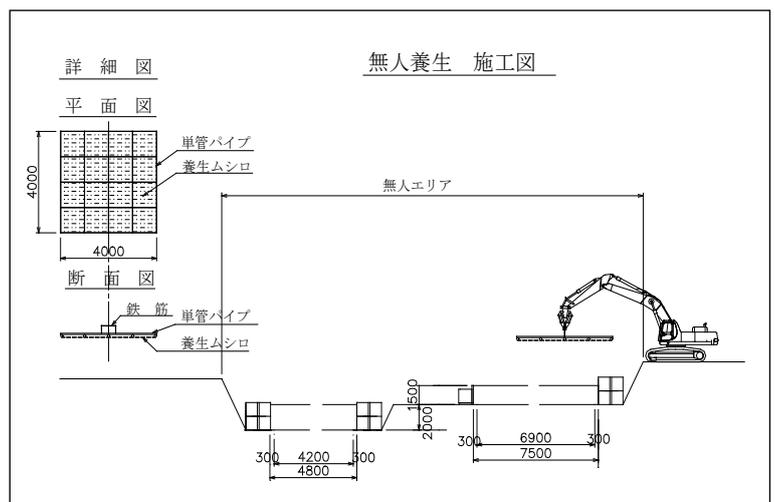


図 3.6 無人養生施工図

無人クレーンを用いる場合の養生は、各種の吊下げ用装置をフックに掛け換えて行う。写真 3.20 に養生シート敷設状況を、写真 3.21 に散水養生状況を示す。



写真 3.19 養生シート（ユニット化）敷設



写真 3.20 養生シート（ユニット化）敷設



写真 3.21 養生シート（ユニット化）敷設



写真 3.22 散水養生

(4) レイタンス処理

無人バックホウを用いる場合のレイタンス処理は、バケットを各々の用途に必要な下記アタッチメント又はユニットに交換して行う。

レイタンス除去：高圧散水ユニット（写真 3.22）
高圧散水用発動発電機
レイタンス処理用水タンク

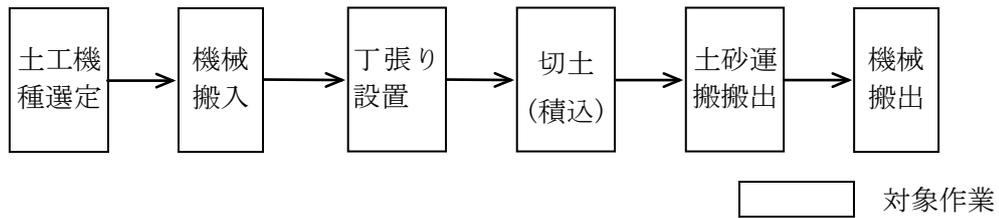


写真 3.23 打設面処理（レイタンス除去）

無人クレーンを用いる場合のレイタンス処理は、各種の吊下げ用装置をフックに掛け換えて行う。

3.3 砂防土工（法面整形工）

無人化施工による砂防土工の施工手順は、下記のフローで行われる。



【解説】

(1) 土工機種選定

- 1) 土工機械は、土工目的や施工条件に応じてバックホウ、ブルドーザ、ワイヤーロープ吊下げ式掘削機などが単独または組み合わせて使用される。
- 2) 土工機種は、切土幅、法長、切土量などにより選定する。

(2) 切土（写真 3.23、3.24 参照）

- ①バックホウは、切土基盤に配置して、上方の斜面を切土するため、崩壊の恐れがない斜面の切土に適している。
- ②ブルドーザは、切土幅が広い斜面の施工に適している。
- ③崩落の恐れがある高所斜面の切土は、上方の安全な場所にアンカーを設置し、ワイヤーロープ吊下げ式掘削機（0.4 m³または 0.2 m³級）により切り下げる工法を採用する。アンカーの設置が困難な場合は立ち木の利用や、バックホウやブルドーザをアンカーに用いる方法も取られる。



写真 3.24 ワイヤーロープ吊下げ式掘削機による斜面掘削



写真 3.25 ワイヤーロープ吊下げ式掘削機による法面整形状況

(3) 積込み

バックホウにより行う。

(4) 土砂運搬搬出（写真 3.25、3.26 参照）

- 1) 無人エリアにおける運搬搬出は、クローラ式不整地運搬車により行う。
- 2) 不整地運搬車は、公道を走行できないため、搬出に公道を使用する場合は無人エリア外において、ダンプトラックへの積み替えが必要である。



写真 3.26 積込場所へ向かう不整地運搬車



写真 3.27 運搬路の状況

4. 品質管理

1. 無人化施工により構築する構造物の品質管理は、通常施工の品質管理と同一に行うものとする。
2. コンクリート構造物の支持地盤の支持力は、周辺における施工実績などを参考として目視により確認する。

【解説】

(1) コンクリートの品質管理

浦川の無人化施工では、有人エリアにおいて、アジテータ車からコンクリートバケットに投入される段階で供試体が採取されており、通常施工の品質管理と変わらない。よって、コンクリートの品質管理方法は現行基準どおりとする。

(2) 支持地盤

- 1) 支持地盤については、一般には事前に地質調査により把握されている。しかし、緊急に施工しなければならない場合、または危険性などにより事前に地質調査ができない場合は、施工しながら確認せざるを得ない。

支持層として耐えられるか否かは、有人施工であれば“平板載荷試験”などにより判断するが、無人化施工の場合は、無人バックホウにより施工基面の掘削した地質を目視確認し、過去における類似地質の支持力の程度などから経験に基づき判断するものとする。

2) 支持地盤（施工基面）の支持力確認方法

- ①地盤が、礫質土、岩など支持層として耐えられる土質の場合は、基礎地盤として判断してよい。
- ②粘性土やシルト層などの軟弱層が現れた場合は、軟弱層と判断する規模にもよるが、必要に応じてバックホウで該当する軟弱層を掘削し、必要な土質試験を行って判断することが望ましい。

参考：無人機械による簡易支持力測定（反力のいない衝撃加速度法による支持力測定機）

雲仙普賢岳砂防無人化施工では無人バックホウに、簡易支持力測定ユニットを取付け、支持力確認の無人化を図っている。

本装置は、JIS A 1210 規格に相当するランマーに特殊な加速度計を組み込んだもので、締固められた測定面に 45cm の落下高さから 4.5kg の重錘を自由落下させ、その衝撃加速度 [インパクト値] の大きさをデジタル変換・記録し、数回の測定結果を持ち帰るものである。強い地盤の場合はインパクト値が大きく、逆に弱い地盤は小さくなる。

5. 出来形管理

1. 無人化施工の出来形管理基準及び規格値は、当面、本マニュアルによる。
2. 「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において不明確な部分については、本マニュアルを参考に管理するものとする。

【解説】

(1) 無人化施工の出来形管理

無人化施工は、近年必要に迫られて開発されてきた技術であり、目的とする土木施設、または構造物の全部もしくは一部を無人化施工するものであるが、施工例も少なく、土木工事共通仕様書に付属する「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の適用方法が不明確となっていた。

平成 15 年度の浦川での無人化施工では現況河床以下の部分のみ実施し、有人施工にて躯体を立ち上げたが、無人化部分を竣工出来形と見なした計測を行なった。

平成 16 年度の柳谷での無人化施工では左岸部の崩壊危険箇所のみ実施し、右岸側は有人施工にて行った。柳谷での出来形規格値は現行の基準を適用したが、基準値を上回る数値も見られた。

今後も、無人化施工後に有人施工によって構造物が完成するケースと、無人化施工のみによって構造物が完成するケースに分類の上、計測データを蓄積するが、当面、無人化施工の出来形管理は本マニュアルにより運用する。

(2) 出来形規格値検討の考え方

無人化施工であっても、時間と費用をかければ通常施工と変わらない出来形で施工できる。すなわち、出来形と工程・コストは、相反する関係にあるため、構造物の安全性を損なわない範囲で、次の項目に留意して出来形規格値を提案した。

- 1) 高さの規格値は、実績値と類似工種等による値を引用し、施工の実態等を考慮した。
- 2) 幅、長さは現地の状況により地山などにすり付け施工し、必要に応じて設計変更の対象としている。従って、通常施工による値をあまり緩和する必要がない。

柳谷における出来形規格値は、円形型枠ブロックやU形側溝を多段に積むため高さの管理を現行基準程度に確保しなければ、ブロックが傾斜し崩壊の危険があるため現行基準とした。

(3) 無人エリアにおける出来形計測方法

出来形管理は、目的物の主として高さ、幅、長さ、厚さを数値管理するものである。無人エリアにおける出来形の計測は、幅・長さ・高さとも、安全な場所、高所等から見通すことが出来れば、“光波測距儀”と“無人測量用ターゲット”等で容易に計測できる。また、最近是非プリズムトータルステーションが使用されるようになっており、ターゲットをおおなくとも迅速に計測が可能となった。

5.1 土工

5.1.1 砂防土工

砂防土工（掘削工・切土工）の出来形は、表5.1により管理する
表 5.1 砂防土工の出来形規格値案

工種	測定項目	提案規格値 (mm)	規格値引用工種	測定規準	
砂防土工 (掘削工・切土工)	基準高(H)	±100	5.1.1 解説(3)参照	測点の法尻	
	法長	L<5m			-200
		L≥5m			法長-4%

(注) ①基準高は、法尻の施工基面の高さをいう。
②コンクリート構造物の床掘には適用しない。(コンクリート構造物の仕上がり寸法で管理すればよい)ため、土工の出来型規格値は設定しない
③規格値以上を要求する場合は別途設定する。

【解説】

(1) 基準高

無人化施工による斜面の切土は、事前に必要な測量もできないことがある。施工精度を追求することより、斜面の安定確保・危険防止を優先することが必要である。また、施工結果に合わせ、必要に応じて設計変更することが望ましい。

基準高は、類似工種を参考として、現行道路土工基準値の2倍の±100とした。

(2) 法長

- 1) L < 5m の法長 現行道路土工規格値通り、-200mm とした。
- 2) L ≥ 5m の法長 現行道路土工規格値通り、法長-4%とした。

(3) 参考値

①道路土工における規格値

砂防土工では、基準高や法長の規格値はないが、道路土工の現行規格値を次に示す。

表 5.2 道路土工の現行規格値

測定項目	規格値 (mm)	
基準高(H)	± 50	
法長	L<5m	-200
	L≥5m	法長-4%

②類似工種の基準高の規格値

表 5.3 類似工種の規格値

類似工種	規格値 (mm)
多自然型護岸 (巨石張・積)	± 500
沈床工	± 150
河川・砂防根固めブロック工	± 100
海岸捨石工	± 500
海岸根固め・消波ブロック	± 300

5.2 コンクリート工

無人化施工部分の砂防堰堤コンクリート、及び流路護岸工などのコンクリート構造物の出来形は、表5.4により管理する。

表 5.4 コンクリート構造物の出来形規格値案

工 種	測定項目	規格値(mm)	規格値引用工種	測定規準
砂防堰堤などの コンクリート構造物	基準高(H)	± 60	5.2 解説(2)参照	図面の表示箇所（無人施工計画高）、または1施工単位の中央付近
	堤 幅(W)	- 30		
	堤 長(L)	-100		
	厚 さ(t)	- 50	無人施工コンクリート部分の厚さは必要に応じて管理する	

- 注) ①規準高は、無人化施工により打設したコンクリートの仕上がり天端高である。
 （無人化施工のリフト数・高さに関わりなく、最上層の仕上がり高さをいう。）
 ②規格値以上を要求する場合は別途設定する。

【解説】

(1) 規格値

平成 15 年度の無人化施工では、基準高（天端高）±30mm、堤体幅-30 mm、堤体長-100 mm の暫定規格値が設定され、出来形が計測された。これら設定値は表 5.5 に示す現行規格値と同一である。

基準高の計測結果では浦川下流 2 号で 4 回のうち、1 回が、浦川 7 号では 16 回のうち 10 回が範囲オーバーとなった。基準高は±50mm の間で推移していた。

一方、平成 15 年度の計測では堤幅については型枠の設置余裕を 300mm と設定していたこともあり、全てが-30 を超え、特に問題は無かった。堤体長についても全てが-100 mm を超えていた。

以上の計測結果を踏まえ、規格値を次のように定めた。

1) 基準高

今年度計測結果は±50mm、表 5.6 に示す類似工種基準高の規格値は±50mm であるが、無人化施工の効率を考慮し、有人施工のコンクリート工現行基準値の 2 倍の±60mm とする。

2) 堤幅、堤長、厚さ

①堤幅：実績に合わせて-30mm 以上とする。

②堤長：実績に合わせて-100mm 以上とする。

③厚さ：砂防堰堤水叩厚は 3 m 未満が多いことから、類似工種（表 5.6）の 3 m 未満の値を準用し、-50 mm とした。

厚さについては、厚さの管理が必要な構造物（フォーミング、水叩き等）にのみ適用するものとする。

3) 幅または長さの計測方法

① コンクリート構造物の幅及び長さ

- a) 施工基面における計測が可能であれば、施工基面における幅及び長さ。
- b) コンクリート打設後の天端における幅及び長さ。

② 計測方法

- a) 幅：図5.1のようにコンクリートの最も狭い箇所を計測する

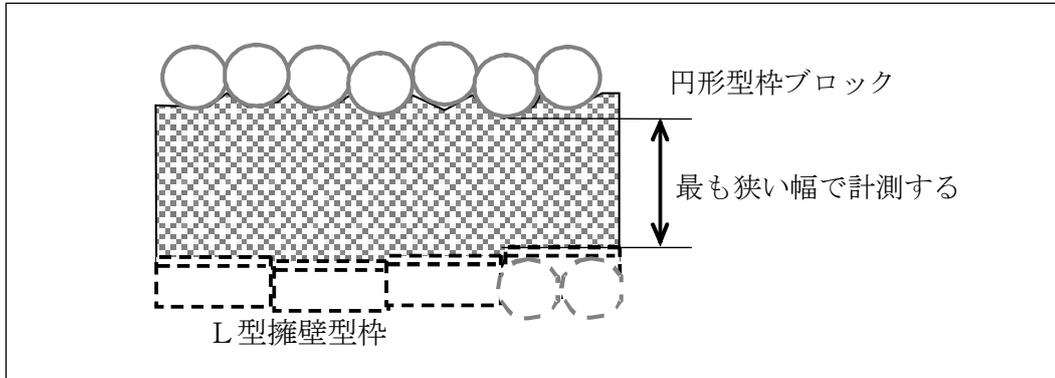


図 5.1 幅の計測位置

- b) 長さ：施工基面及び天端の長さの最も短い箇所を計測する

(2) 参考値

① 通常施工によるコンクリート堰堤工の規格値

表5.5、図5.2のとおりである。

表 5.5 コンクリート工の現行規格値

測定項目	規格値 (mm)
基準高(H)	± 30
堤幅(W)	- 30
堤長(L)	- 100

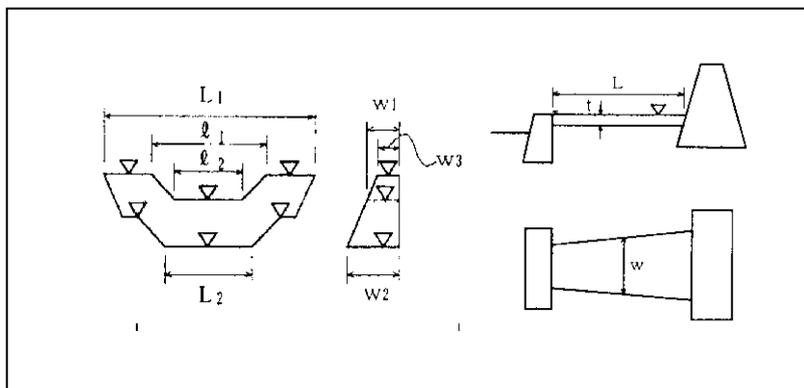


図 5.2 測定箇所

②同種または類似工種の規格値

表5.6のとおりである。

表 5.6 同種・類似工種の規格値 (単位：mm)

同種又は類似工種	基準高(H)	幅(W)	長さ(L)	高さ・厚さ(h)	
流路護岸工 (コンクリート擁壁工)	± 50	- 30	- 200	-50(h<3m)	-100(h≥3m)
斜面对策擁壁工 (現場打擁壁工)	± 50	- 30	- 200	-50(h<3m)	-100(h≥3m)
地盤改良 (置換工)	± 50	-100	- 200	-50	

(3) 緊急に施工する工事の規格値

事前の設計がなく、構造物の安定性確保のため堤幅のみを示して緊急に施工するような無人施工は、基準高及び堤長を施工結果に合わせて変更設計する。

このような工事の場合は、堤幅のみを管理し、基準高及び堤長は変更設計値としてもよい。
(変更設計値→基準高：10mm 単位で切捨て、堤長：100mm 単位で切捨て)

6. 写真管理

写真管理は、表6.1「出来形管理写真及び品質管理写真撮影箇所等一覧表」によるものとするが、不足する項目等がある場合は、土木工事共通仕様書に付属する「写真管理基準（案）」に準じて行うものとする。

表6.1 出来形管理写真及び品質管理写真撮影箇所等一覧表

区分	工種	撮影項目	撮影時期	撮影頻度	提出頻度
砂防堰堤	砂防土工	無人化施工状況、土質の判別、法長	施工中、土質が変わる毎に1回(掘削中)、200m または1施工箇所1回(掘削後)		代表箇所各1枚
	作業土工	無人化施工状況	施工中		代表1枚
	掘削基準面	施工基面（堰堤の床付け）	掘削終了時	1施工単位	代表1枚
	型枠	本体工底部の幅、長さ	型枠設置後	同上	同上
	コンクリート	本体工の幅、長さ	脱型終了後	同上	同上
		打設状況（締固めを含む）	打設中	同上	同上
		打継目処理	処理中	同上	同上
養生		養生中	同上	同上	
溪流保全工	掘削基準面	施工基面（溪流保全工の床付け）	掘削終了時	1施工単位	代表1枚
	各工種	「写真管理基準（案）に準ずる」			
斜面对策	砂防土工	無人施工状況	施工中		代表1枚
	各工種	「写真管理基準（案）に準ずる」			
品質管理	材料又は試験	「写真管理基準（案）に準ずる」			

【解説】

(1) 直接撮影が困難な場合

- 1) 有人エリアからの直接撮影が困難な場合は、モニター映像の写真・ハードコピーでも良いものとする。
- 2) また、無人エリア内では小黑板への写しこみが困難であるため、別紙に必要事項を記載し、写真に添付する。
- 3) 撮影箇所は表6.1「出来形管理写真及び品質管理写真撮影箇所等一覧表」によるものとする。

① 着手前・完成、施工状況、使用機械・機器、安全管理、使用材料等

土木工事共通仕様書に付属する「写真管理基準（案）」の撮影箇所一覧表を参考として、同種または類似工種と同様に撮影し、提出する。

なお、撮影項目にない管理内容がある場合は、土木工事共通仕様書に付属する「写真管理基準（案）」に準じて臨機に撮影し管理する。

② 施工記録ビデオ

無人化施工部分の施工記録ビデオの保管期間は、当該工事の検査書類と同様の期間を原則とする。

(2) 無人化施工の不可視部分の写真撮影方法

これまでの浦川における無人化施工では、不可視部分は特に発生していない。今後、無人化施工の拡大により発生した場合には、有効な方法を提案の上、適用性を検討する。

7. 検 査

監督職員が行う検査（確認を含む）及び立会等は、段階確認、施工状況把握、材料検査があり、無人化施工においても現行基準どおりとする。

【解説】

(1) 現行基準と要点

- ① 監督職員の権限は、工事請負契約書第9条で規定されている。また、同条第2項第3号では、「設計図書に基づく工程の管理、立会い、工事の施工状況の検査又は工事材料の試験若しくは検査（確認を含む）」を行う権限を有すると規定されている。
- ② 土木工事共通仕様書3-1-1-6 監督職員による確認及び立会等では、監督職員が臨場等により確認する「工事施工状況の確認（段階確認）」の項目、時期が規定されている。
- ③ 土木工事監督技術基準（案）では、監督職員は、必要に応じて「工事施工状況の把握（施工状況把握）」を行うこととされている。
- ④ 土木工事共通仕様書2-1-2 工事材料の品質では、監督職員へ品質規格証明を提出しなければならない「工事材料」が規定されている。

(2) 確認（段階確認）

契約図書に示された事項について、監督職員等が臨場若しくは受注者が提出した資料により、監督職員がその内容について契約図書との適合を確かめ、受注者に対して認めること。

(3) 把握（施工状況把握）

監督職員等が臨場若しくは受注者が提出または提示した資料により施工状況、提出資料の内容等について、監督職員が契約図書との適合を自ら認識しておくことをいい、受注者に対して認めるものではない。

(4) 材料検査（確認を含む）

設計図書で指定された工事材料は、「品質を証明する資料を監督職員に提出し、確認を受けなければならない」と規定されている。

7.1 段階確認

無人化施工の段階確認は、完成時に不可視となる施工部分を中心に、その施工状況及び出来形を重点として、表7.1「無人化施工の段階確認一覧」により実施するものとする。

表7.1 無人化施工の段階確認一覧

種別	確認時期	確認項目	確認の程度	備考
指定仮設工	仮設置完了時	使用材料、高さ、幅、長さ、深さ等	1回/1工事	
砂防土工(掘削工)	土(岩)質の変化した時	土(岩)質、変化位置	1回/土(岩)質の変化毎	
砂防堰堤、 溪流保全工	法線設置完了時	法線設置状況	1回/1法線	
	土(岩)質の変化した時	土(岩)質の変化した時	1回/土(岩)質の変化毎	
	床堀掘削完了時	支持地盤(直接基礎)	1回/1構造物	
	鉄筋組立完了時	使用材料、設計図書との対比	一般:30%程度/1構造物 重点:60%程度/1構造物	
	埋戻し前	設計図書との対比	1回/1構造物	
斜面对策	法線設置完了時	法線設置状況	1回/1法線	
	土(岩)質の変化した時	土(岩)質、変化位置	1回/土(岩)質の変化毎	

【解説】

(1) 確認内容

無人化施工部分においては、土木工事共通仕様書の規定のほかに施工箇所を重点に、出来形及び施工状況を確認することとした。

(2) 確認時期

共通仕様書に規定されている砂防に関する工事の段階確認時期等は、表7.2のとおりである。

表7.2 共通仕様書に規定されている段階確認一覧

種別	確認時期	確認項目	確認の程度
指定仮設	設置完了時	使用材料、高さ、幅、長さ、深さ等	1回/1工事
砂防土工(掘削工)	土(岩)質の変化した時	土(岩)質、変化位置	1回/土(岩)質の変化毎
砂防堰堤	法線設置完了時	法線設置状況	1回/1法線
	土(岩)質の変化した時	土(岩)質の変化した時	1回/土(岩)質の変化毎
	床堀掘削完了時	支持地盤(直接基礎)	1回/1構造物
	鉄筋組立完了時	使用材料、設計図書との対比	一般:30%程度/1構造物 重点:60%程度/1構造物
	埋戻し前	設計図書との対比(不可視部分の出来形)	1回/1構造物
築堤・護岸工	法線設置完了時	法線設置状況	1回/1法線

7.2 施工状況把握

無人化施工の施工状況把握は、完成時に不可視となる施工部分を中心に、その施工状況を重点として、表7.3「無人化施工の施工状況把握一覧」により実施するものとする。

表7.3 無人化施工の施工状況把握一覧

種別	確認時期	確認項目	確認の程度	備考
砂防堰堤	コンクリート打設時	品質規格、運搬時間、打設順序、天候、気温	一般：1回/1構造物 重点：1回/ロット	
	レイトランス処理時	処理状況	一般：1回/1構造物	
	コンクリート養生時	養生状況	重点：1回/ロット	
盛土工(砂防)	敷均し・転圧時	使用材料、敷均し・締固め状況	一般：1回/1工事 重点：2~3回/1工事	

【解説】

(1) 状況確認

無人化施工部分においては、コンクリートのレイトランス処理、及びコンクリート養生などの施工状況についてのトレーサビリティ（結果の確認）が困難である。したがって、コンクリートの品質確保の重要性から、コンクリート部分の施工を重点として施工状況把握を行うこととした。

土木工事監督技術基準（案）では、砂防に関する工事の施工状況把握内容等について、表7.4のとおり規定している。

表7.4 土木工事監督技術基準（案）に規定されている施工状況把握一覧

種別	確認時期	確認項目	確認の程度
砂防堰堤	コンクリート打設時	品質規格、運搬時間、打設順序、天候、気温	一般：1回/1構造物 重点：1回/ロット
盛土工(砂防)	敷均し・転圧時	使用材料、敷均し・締固め状況	一般：1回/1工事 重点：2~3回/1工事

(2) 材料検査（確認を含む）

- ① 設計図書で指定された工事材料は、品質を証明する資料を事前に監督職員に提出し、確認を受けて使用しなければならない。

7.3 工事検査

検査には、完成検査、既済部分検査及び技術検査があり、監督職員及び受注者の臨場の上、工事目的物を対象として契約図書と対比して実施するものである。

無人化施工部分については、危険の恐れがあるため臨場できないか、または不可視部分となっていることがある。このような場合は、出来形管理記録、品質管理記録、写真管理記録、施工記録ビデオなどに基づき、さらに段階確認記録、施工状況把握記録を参考として「机上検査」としてよい。

【解説】

(1) 工事検査

工事検査は、検査職員が工事目的物と契約図書を対比して、次の検査を行うものである。

- 1) 工事の出来形について、形状、寸法、精度、数量、品質及び出来ばえの検査を行う。
- 2) 工事管理状況について、書類、記録及び写真等を参考にして検査を行う。

(2) 検査の種類

1) 完成検査及び既済部分検査

会計法などに基づき行われる検査で、工事の代価を支払うために行われるものである。

①完成検査

工事の完成を確認するための検査（工事の請負契約についての給付完了の確認）。

②既済部分検査

工事の完成前に代価の一部を支払う必要がある場合において、工事の既済部分を確認するための検査。

2) 技術検査

技術検査は、技術検査を行う者が、完成検査及び既済部分検査にあわせて行われる〔必要な場合は、代価の支払いと関係なく、工事の途中に（中間検査）行われることがある〕ものであり、「工事成績の評定」が行われる。

(3) 立会い検査の方法

無人化施工部分は、施工現場が危険地帯にあり、立ち会い検査ができないことがある。このため、以下の取り扱いとした。

① 現地で立ち会い検査を実施するに際して危険が高い場合

無人化施工に要した画像電送装置などを活用するとともに、出来形管理記録、品質管理記録、写真管理記録、施工記録ビデオなどを確認することによって立ち会い検査に代えてよいこととする。但し、重要構造物等については、無人検査機械等を利用して計測を行うこととする。

なお、現地立ち会い検査の危険性の評価については、個別の現場の状況によって異なるため、工事監督官及び検査官と施工業者との協議によるものとした。

参考：「土木工事検査技術基準(案)」抜粋

(工事実施状況の検査)

第3条 工事実施状況の検査は、契約書等の履行状況、工程管理、安全管理及び工事施工状況等の工事管理状況に関する各種の記録（（写真・ビデオによる記録を含む。）（以下「各種の記録を含む」という。））と、契約図書とを対比し、別表第1に掲げる事項に留意して行うものとする。

備考

(1) 検査は実地において行うことを原則とするが、特別の事由により実地において検査できない場合、当該工事の主体とならない工種及び不可視部分については、出来形管理図表、写真、ビデオ、品質証明書等により、検査する事ができる。

〈巻末資料1：各種無線の特質表〉

表-1 遠隔操縦に用いる電波の特徴

無線局種	5.0GHz 簡易無線	2.4GHz 実験局 (アナログ) (建設無線)	小電力データ通信システム (SS無線・無線LAN)	2.4GHz 実験局 (デジタル) (デジタル建設無線)	5.8GHz マイクロ波デジタル画像伝送システム	有線
概要	固定間通信用としてもっとも多く使われている汎用的な無線アナログ伝送。重機搭載タイプもある。雨雪に弱い	普賢岳、有珠山で特別に免許が下り使用された超長距離伝送用無線。	無線LANなどで使われているデジタル無線システム。ノイズに強い。近年比較的安価になって普及がすすんでいる。	普賢岳で特別に免許が下り使用されている超長距離伝送用無線。実験局。	13年度に新たに災害復旧の無人化施工用に割り当てられた周波数	メタルケーブルを使った伝送。
実績	全国の無人化施工現場	普賢岳、有珠山	全国で使用。「ロボQ」でもこれを使用。(無人化以外にトンネル工事他各種工事で使用)	普賢岳	なし	全国の無人化施工現場
無線局免許	要	要 *通常無線局免許は与えられない。	不要	要 *通常無線局免許は与えられない。	要	-
技術基準適合証明	要	不要	要	要	不要	-
無線従事者免許	不要	要 (第1級陸上特殊無線技士以上)	不要	要 (第三級陸上特殊無線技士以上)	要 (第三級陸上特殊無線技士以上)	-
周波数帯	5.0GHz帯 (50.44GHz～51.10GHz)	2.4GHz帯 (普賢岳：2435MHz～2465MHz)	2.4GHz帯 (普賢岳：2.400MHz～2.497MHz)	2.4GHz帯 (普賢岳：2.400MHz～2.450MHz)	5.8GHz帯	-
使用可能数	5対向(10ch)	普賢岳 3ch 有珠山 8ch	3ch程度	普賢岳 2ch	4ch程度	-
空中線電力	15mW	普賢岳 1W 有珠山 2W	10mW/MHz以下	普賢岳 0.5W	1W以下	-
送信時間制限	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	-
キャリアセンス	規定なし	規定なし	規定なし(無線LANあり)	規定なし	規定なし	-
現場実用到達距離	2km～10km	1W：約 2km 2W：約 5km	300m～1km程度	約2km	3km以内	同軸ケーブル(10C-2V)MAX600mアンプを使うことで距離は伸ばせる。
指向性	・指向性が極めて強く、アンテナの向き合わせが難しい。移動体通信では、双方向追尾が必要になる。	・指向性が強く、基本的には見通しがきく地点間の通信になる。但し、小電力データ通信システムに比べ回り込みが期待できる。 ・無指向アンテナを使用することにより、建設機械など移動体通信に使用可能となる。	・指向性が強く、基本的には見通しがきく地点間の通信になる。 ・無指向アンテナを使用することにより、建設機械など移動体通信に使用可能となる。	・指向性が強く、基本的には見通しがきく地点間の通信になる。但し、小電力データ通信システムに比べ回り込みが期待できる。 ・無指向アンテナを使用することにより、建設機械など移動体通信に使用可能となる。	・指向性が強い。見通し外通信は期待できない	-
緊急時対応 *台数に制限有り ※1	・新規調達の場合、メーカーに在庫があれば無線機は即納。 ・建設会社、建機レンタル会社で保有している機器あり	免許の取得は不確定。 機器は、仕様決定後1ヶ月から3ヶ月有珠山の場合、免許決定まで3週間。その後、機器製造に1ヶ月から3ヶ月	新規調達の場合、メーカーに在庫があれば即納。 建設会社、建機レンタル会社で保有している機器のあり、準備は容易。	現在使用中の実験局のみ	発注後6ヶ月	即納
特徴	・カゼレンアンテナの場合、ビーム幅1.5°、コニカルホーンで17°と狭いため、伝送空間を考慮すれば同一個所でも5対向の重複使用も可能である。 ・動画通信1ch、音声通信2chの通信が可能である。	・出力が高いため、コマ落ちが少なく、超遠隔の移動体通信に向いている。 ・アナログ変調(FM変調)のため、画像の圧縮・伸長をしないので遅延がない。 ・FM変調のため、AM変調と比較して映像が美しい。 ・価格が高い。	・スペクトラム拡散通信のため、耐雑音性・非話性に優れている。 ・動画画像伝送出来るが、伝送距離、通信状況により、コマ落ちになる。1秒当りのコマ数は10～25枚程度。 ・画像の圧縮・伸長により遅延が生じる。 ・遅延時間： M-JPEGの場合200～500msec M-PEG2の場合200msec～1000msec※2 ・遅延が大きいと建設機械の実際の動きとモニターに映っている動きにズレが生じ、作業が困難になる。 ・画質も左記に比べ劣る。	・動画画像伝送出来るが、伝送距離、通信状況により、コマ落ちになる。1秒当りのコマ数は15～25枚程度。但し、小電力データ通信システムに比べ出力が大きいためコマ落ちとは少ない。 ・画質は小電力データ通信システムに比べれば良いが、50GHz簡易無線や建設無線(アナログ)と比べると劣る。	・建設機械に設置した時、たとえばバックホウの場合自機のパームやアームの陰で通信できない可能性もある。 ・送信アンテナは無指向アンテナを使用できるため、建設機械搭載など移動体通信として使用しやすい。 ・無線製作時には、用途に合わせた変調方式や画像圧縮方式が選択できる。 ・デジタル通信のため、画像処理の遅延は発生する。 ・ETC(自動料金徴収システム等)との共有波。	・無線機に比べ伝送品質が高い。 ・メタルケーブルの場合、減衰が発生するため、伝送距離が無線に比べて短い。 ・ケーブルが邪魔になるため、移動体(建設機械など)の制御には向かない

※1 無線機について述べている。無人化施工に使用するためには、カメラ、電源装置、補強(耐久性アップ)などの加工が必要な場合がある。
 ※2 M-JPEG：動画を各コマ単位でJPEG圧縮する技術。データ量、画質の調整が自在。
 ・M-PEG2：前後のコマの差分を利用して圧縮する標準的な動画圧縮技術。同一伝送速度であれば、M-JPEGより圧縮効率が高い(画質が良い)。

表-2 遠隔操縦に用いる電波の特徴

	制 御				
無線局種	特定小電力無線	小電力データ通信システム	小電力データ通信システム (無線 LAN)	400MHz 実験局 (アナログ)	有線
概要	もっとも多く使われている汎用的な無線。混信する 場合がある。	この表に示す他の無線より、データ伝送量が多 い。ノイズに強い。	無人化施工以外の一般の使用は近年比較的安価に なって普及がすすんでいる。	普賢岳、有珠山で特別に免許が下り使用され た超長距離伝送用無線。	メタルケーブルを使った伝送。 ほとんどの場合カメラ制御で、 無人機械制御はほとんど行っていない
実績	全国の無人化施工現場 「ロボQ」「共用変換器」でも使用	超遠隔等で使用	谷沢川で使用	普賢岳、有珠山	全国の無人化施工現場
無線局免許	不要	不要	不要	要 * 通常無線局免許は与えられない。	—
技術基準適合 証明	要	要	要	要	—
無線従事者免許	不要	不要	不要	要 (第三級陸上特殊無線技士以上)	—
周波数帯	400MHz 帯 (429.2625MHz~429.7375MHz)	2.4GHz 帯 (2.400MHz~2.497MHz)	2.4GHz 帯 (2.400MHz~2.497MHz)	普賢岳・有珠山の場合 42.4MHz 帯 (424.000MHz~424.0875MHz)	—
使用可能数	40ch (単向単信)	24ch 以上 (ISM バンド内)	13ch 程度	普賢岳 3ch 有珠山 8ch	—
空中線電力	10mW 以下	10mW/MHz 以下	10mW/MHz 以下	普賢岳 1W 有珠山 2W	—
送信時間制限	連続 (単向単信)	規定なし	規定なし	規定なし	—
キャリアセンス	要	規定なし	要	規定なし	—
※1 実用距離 ※2 (実績到達 可能)	150m 程度 (450m)	300m~2km 程度で、機種により様々。	150m~1km 程度 機種により様々	1W: 約 5km 2W: 約 10km	ツイストペア (2mm ²) MAX500m アンプを使うことで距離は伸ばせる。
指向性	・ほとんど指向性がないため、移動体の通信に適 している。	・直進性が強いので、アンテナは互いに見通 せることが必要である。	・指向性が強く、基本的には見通しがきく地 点間の通信になる。 ・無指向アンテナを使用することにより、建 設機械など移動体通信に使用可能となる。	・ほとんど指向性がないため、移動体の通信 に適している。	—
緊急時対応 * 台数に制限 有り ※3	・新規調達の場合、メーカーに在庫があれば即納。 ・建設会社、建機レンタル会社で保有している 機器あり。 ・無人化施工機械 (重機本体) には原則的に標 準装備されている。	新規調達の場合、メーカーに在庫があれば 即納。ただしインターフェースの調整が 必要な場合がある。 建設会社、建機レンタル会社で保有して いる機器があり、準備は容易。	新規調達の場合、メーカーに在庫があれば即納。 通常、コンバータが必要となる。	免許の取得は不確実。 機器は、仕様決定後 1ヶ月から 3ヶ月 有珠山の場合、免許決定まで 3週間。 その後、機器製造に 1ヶ月から 3ヶ月	即対応可能
特徴	・ 同一個所からの送信は 8ch 程度で、有効に 使用するには、各無線機を十分離して使用 する。 ・ ノイズの影響を受けやすく、エラー処理に は十分な配慮が必要。	・ スペクトラム拡散通信のため、耐雑音性・非話 性に優れている。 ・ 時間割多重化で複数 ch も可能である。	・ スペクトラム拡散通信のため、耐雑音性・非話 性に優れている。 ・ 1CH 当り IP アドレスにより複数台の重機にデー タを伝送できる。 ・ データ伝送速度が速い。 ・ 帯域保証できないため、アクセスポイントに近 い重機が優先される。 ・ キャリアセンスがあるため、外来波による障害 が発生する。	・ 伝送距離も長く長距離遠隔制御に向い ている。 ・ 変調方式によっては、データ伝送速度 が 1200bps~2400bps 程度と速い。 ・ 音声-データ変換モデムを付けると制 御に遅延が生じる。 ・ 価格が高い。	・ 無線機に比べ伝送品質が高い。 ・ メタルケーブルの場合、減衰が発 生するため、伝送距離が無線に比べ に短い。 ・ ケーブルが邪魔になるため、移動 体 (建設機械など) の制御には向か ない
無線器の取付	送信器に内蔵されている	送信器に内蔵の場合と後付けの場合が ある。	送信器に後付けとなる。	送信器に後付け	カメラ制御の場合は標準

※1 実用距離とは一般にメーカーで保障されている距離

※2 実績到達距離とは過去実績に基づく、可能距離

※3 無線機について述べている。無人化施工に使用するためには、カメラ、電源装置、補強 (耐久性アップ) などの加工が必要な場合がある

〈巻末資料 2 : 無人化施工機械の保有状況〉

表 3 遠隔操作付建設機械一覧表 (国土交通省保有)

機種	規格	用途	台数	保管場所	要請窓口	機体主要諸元
バックホウ	0.7m3	災害対応 広報	3	船橋防災センター(関東技術事務所) 〒273-0002 千葉県船橋市東船橋5-2-1 Tel.(047)422-2101	関東技術事務所 〒270-2218 千葉県松戸市五香西6-12-1 Tel.(047)389-5124 機械課管理係長 渡部 (内線)83-791-492	-

機種	規格	用途	台数	保管場所	要請窓口	機体主要諸元
バックホウ	0.8m3	土砂掘削 等	1	新潟防災センター(北陸技術事務所) 〒950-1101新潟県新潟市山田2310-5 Tel.(025)231-1281	北陸地方整備局企画部企画課 〒951-8505 新潟県新潟市白山浦1-425-2 Tel.(025)266-1171 (北陸技術事務所機械課)	乗車定員:1名 機体形式:日立建機 EX200-5(11-5-2) 機体諸元:全長9,500mm×全幅2,860mm× 全高2,970mm 質量18.8t 駆動方式:鋼製クローラ式
	1.4m3		1	富山防災センター(北陸技術事務所富山出張所) 〒939-3544富山県富山市水橋入江334-4 Tel.(076)478-5511		乗車定員:1名 機体形式:コマツ PC350-6(11-5-3) 機体諸元:全長11,020mm×全幅3,290mm× 全高3,280mm 質量32.3t 駆動方式:鋼製クローラ式
	1.4m3		1	上越防災支援センター (高田河川国道事務所直江津国道維持出張所) 〒943-0166新潟県上越市大字寺字前新田615-1 Tel.(0255)25-7724		乗車定員:1名 機体形式:新キヤタビラー三菱 330BL(12-5-1) 機体諸元:全長11,060mm×全幅3,340mm× 全高3,290mm 質量33.8t 駆動方式:鋼製クローラ式
ラフテレーン クレーン	50t吊	荷上げ等	1	金沢河川国道事務所 〒920-8648石川県金沢市西念4-23-5 Tel.(076)264-8800	北陸地方整備局企画部企画課 〒951-8505 新潟県新潟市白山浦1-425-2 Tel.(025)266-1171 (金沢河川国道事務所機械課)	乗車定員:1名 機体形式:コマツLW500-1(14-5-3) 機体諸元:全長11,940mm×全幅2,980mm× 全高3,660mm 質量37.99t 駆動方式:ホイール式

機種	規格	用途	台数	保管場所	要請窓口	機体主要諸元
バックホウ	0.45m3	災害対応	1	四国技術事務所 〒761-0121香川県木田郡牟礼町大字牟礼1545 Tel.(087)845-3135	四国地方整備局企画部企画課 〒760-8544 香川県高松市福岡町4-26-32 Tel.(087)851-8061	-
ロボQ (バックホウ)	-		2	中村河川国道事務所 〒788-0015高知県中村市右山2033-14 Tel.(0880)34-7301		取付調整要員:2~3名(3時間程度で取付) 主なアクチュエータ:空圧シリンダ 外形寸法:W620mm×D1,100mm× H1,040mm 総重量:180kg 無線方式:特定省電力無線 遠隔操作距離:L150m(使用環境による)

機種	規格	用途	台数	保管場所	要請窓口	機体主要諸元
ロボQ (バックホウ)	-	-	4	九州技術事務所 〒830-8570 福岡県久留米市高野1-3-1 Tel.(0942)32-8245	九州地方整備局 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-10-7 福岡第二合同庁舎 Tel.092-471-6331(代)	取付調整要員:2~3名(3時間程度で取付) 主なアクチュエータ:空圧シリンダ 外形寸法:W620mm×D1,100mm× H1,040mm 総重量:180kg 無線方式:特定省電力無線 遠隔操作距離:L150m(使用環境による)
	-		2	鹿児島国道事務所 〒892-0812鹿児島市浜町2番5号 Tel.(099)216-3111		
ロボQ (ブルドーザ)	-	1	九州技術事務所 〒830-8570 福岡県久留米市高野1-3-1 Tel.(0942)32-8245			

※平成 16 年 2 月調査時点

表-4 無人化施工機械の調達先一覧表（民間保有）（1 / 5）

所在地	地域	機械名	年式	規格	総質量 (t)	製作メーカー名	形式	仕様	遠隔操縦の概要	無線	所有者名称	所有者TEL	所有者FAX
北海道	北海道	バックホウ	2005	0.8m ³	19.3	コマツ	PC200	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(有)増友土木	0125-52-3733	0125-52-3748
札幌市	北海道	バックホウ	1997	1.4m ³	30.8	コマツ	PC300	バケット・ブレーカ・回転ブロックランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
札幌市	北海道	バックホウ	1998	0.8m ³	20	新キャタピラー三菱	320BL	バケット、アタッチメント配管	作業機・旋回・走行操作	特小	陸奥建設(株)	011-897-3897	011-894-5357
札幌市	北海道	バックホウ	1998	0.8m ³	20	新キャタピラー三菱	320BELE	バケット、アタッチメント配管	作業機・旋回・走行操作	特小	新北建(株)	011-881-2339	011-881-1497
札幌市	北海道	バックホウ	1999	0.28m ³	6	日立建機	EX60-5	バケット(断崖掘削用)	作業機・走行操作	特小	(株)リアム	011-886-2711	011-886-2722
苫小牧市	北海道	バックホウ	1999	0.28m ³	6	日立建機	EX60-5	バケット	作業機・走行操作	特小	レンテック	0144-57-6100	0144-57-6500
札幌市	北海道	バックホウ	2003	0.28m ³	8	日立建機	ZX75UR	バケット(断崖掘削用)	作業機・走行操作	特小	(株)リアム	011-886-2711	011-886-2722
石狩市	北海道	バックホウ	1999	0.50m ³	13	日立建機	EX135USR	バケット(54486)	作業機・走行操作	特小	佐々木鉄工	0133-64-7007	0133-64-8008
滝川市	北海道	バックホウ	1998	0.8m ³	20	日立建機	EX200-5	バケット	作業機・走行操作	特小	レック北海道	0125-23-0276	0125-23-2282
滝川市	北海道	バックホウ	1998	0.8m ³	20	日立建機	EX200-6	バケット	作業機・走行操作	特小	レック北海道	0125-23-0276	0125-23-2282
滝川市	北海道	バックホウ	1998	0.8m ³	20	日立建機	EX200-5	バケット	作業機・走行操作	特小	イクルミ重機	0125-23-0276	0125-23-2282
室蘭市	北海道	バックホウ	1999	0.8m ³	23	日立建機	EX225USR	バケット	作業機・走行操作	特小	伊藤工業	0143-55-5011	0143-55-5014
石狩市	北海道	バックホウ	1999	0.8m ³	20	日立建機	EX200-5	バケット	作業機・走行操作	特小	佐々木鉄工	0133-64-7008	0133-64-8009
滝川市	北海道	バックホウ	2000	0.8m ³	21	日立建機	EX210LCK	バケット	作業機・走行操作	特小	レック北海道	0125-23-0276	0125-23-2282
札幌市	北海道	バックホウ	2000	1.4m ³	30	日立建機	EX300-5	バケット	作業機・走行操作	特小	(株)リアム	011-886-2711	011-886-2722
札幌市	北海道	バックホウ	2000	1.4m ³	30	日立建機	EX300-5	バケット	作業機・走行操作	特小	(株)リアム	011-886-2711	011-886-2722
札幌市	北海道	クローラダンプ	2001	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
札幌市	北海道	クローラダンプ	1997	7t	10	日立建機	CHR60	キャリヤ(84768)	作業機・走行操作	特小	ランデー北海道所有	011-666-1615	011-666-8934
札幌市	北海道	クローラダンプ	1997	7t	10	日立建機	CHR60	キャリヤ(84766)	作業機・走行操作	特小	(株)リアム	011-886-2711	011-886-2722
留萌市	北海道	クローラダンプ	2000	7t	10	日立建機	CHR70	キャリヤ(93001)	作業機・走行操作	特小	レック北海道	0164-43-7890	0164-43-6391
留萌市	北海道	クローラダンプ	2000	7t	10	日立建機	CHR70	キャリヤ(93002)	作業機・走行操作	特小	レック北海道	0164-43-7890	0164-43-6391
福島県	東北	バックホウ	1999	0.11m ³	3.5	コマツ	PC30MR	急傾斜地仕様、バケット、ブレーカ	作業機・走行操作	微弱	大昌建設(株)	022-358-1193	022-348-1077
福島県	東北	バックホウ	1999	0.5m ³	11.7	コマツ	PC120		作業機・走行操作	特小	大昌建設(株)	022-358-1193	022-348-1077
宮城県	東北	バックホウ	2000	0.5m ³	11.7	コマツ	PC120-6E	屈曲ジブ式移動式クレーン	作業機・走行操作	特小	コマツ宮城(株)	022-237-7443	022-236-3563
福島県	東北	バックホウ	2000	0.5m ³	11.7	コマツ	PC120		作業機・走行操作	特小	大昌建設(株)	022-358-1193	022-348-1077
青森市	東北	バックホウ	2000	0.8m ³	16.1	コマツ	PC200	バケット	作業機・走行操作	特小	コマツ青森レンタル(株)	017-766-3100	017-782-5522
福島県	東北	バックホウ	2002	1.4m ³	30.8	コマツ	PC300		作業機・走行操作	特小	水谷建設(株)	0594-21-8111	0594-21-8110
岩手県矢巾町	東北	バックホウ	1997	0.8m ³	20	日立建機	EX200-5	バケット	作業機・走行操作	特小	(株)レック東北	019-697-1488	019-697-1178
宮城県	東北	クローラダンプ	1999	11t	16.4	コマツ	CD110R-1		作業機・走行操作	特小	蔵王リース(株)	0224-32-3160	0224-32-2137
福島県	東北	クローラダンプ	2002	11t	16.4	コマツ	CD110R		作業機・走行操作	特小	水谷建設(株)	0594-21-8111	0594-21-8110
福島県	東北	ブルドーザ	2002	20t	20.9	コマツ	D65PX	湿地	作業機・走行操作	特小	水谷建設(株)	0594-21-8111	0594-21-8110
青森県八戸市	東北	ブルドーザ	1990	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
福島県原町市	東北	ブルドーザ	1991	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
福島県原町市	東北	ブルドーザ	1993	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
福島県原町市	東北	ブルドーザ	1994	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309

表-4 無人化施工機械の調達先一覧表（民間保有）（2 / 5）

所在地	地域	機械名	年式	規格	総質量(t)	製作メーカー名	形式	仕様	遠隔操縦の概要	無線	所有者名称	所有者TEL	所有者FAX
千葉県	関東	バックホウ	1995	0.11m ³	2.93	コマツ	PC30R	ロングフロント仕様	作業機・走行操作	微弱	大昌建設(株)	0475-32-0077	0475-32-0943
千葉県	関東	バックホウ	1996	0.11m ³	2.93	コマツ	PC30R	急傾斜地仕様、バケット、ブレーカ	作業機・走行操作	微弱	大昌建設(株)	0475-32-0077	0475-32-0943
千葉県	関東	バックホウ	1999	0.5m ³	11.7	コマツ	PC120	急傾斜地仕様、バケット、ブレーカ	作業機・走行操作	特小	大昌建設(株)	0475-32-0077	0475-32-0943
東京都	関東	バックホウ	1998	0.8m ³	19.1	コマツ	PC200	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)田中土建工業	046-232-5134	046-233-9582
浦安市	関東	バックホウ	2000	0.8m ³	20.5	コマツ	PC200LC	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
長野県	関東	バックホウ	2002	0.8m ³	24.1	コマツ	PC220LC	ロングフロント仕様	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)高見土建	0266-72-8520	0266-73-5701
浦安市	関東	バックホウ	1997	1.4m ³	30.8	コマツ	PC300	バケット、ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
東京都	関東	バックホウ	1997	1.4m ³	30.8	コマツ	PC300	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)リアルト	03-5561-4329	03-5561-4328
埼玉県秩父市	関東	バックホウ	2003	0.8m3	20	新キャタピラー三菱	320C	バケット、ブレーカ	作業機・走行操作	特小	新キャタピラー三菱	0494-24-7311	0494-23-7284
埼玉県秩父市	関東	バックホウ	2003	0.8m3	20	新キャタピラー三菱	320CL	バケット	作業機・走行操作	特小	新キャタピラー三菱	03-5717-1151	03-5717-1177
長野県大町市	関東	バックホウ	2004	0.8m3	22.5	日立建機	ZX225USRLC	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	金森建設(株)	0261-22-1880	
伊勢崎市	関東	バックホウ	1997	1.4m ³	30.6	日立建機	EX310H-3C	バケット	作業機・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3661-1361	03-3664-8905
東京都	関東	クローラダンプ	1997	11t	16.4	コマツ	CD110R-1	くるくるダンプ	作業機・走行操作	特小	(株)リアルト	03-5561-4329	03-5561-4328
埼玉県秩父市	関東	クローラダンプ	2003	10t	13.4	新キャタピラー三菱	LD1000D	キャリヤ	作業装置・走行装置	特小	新キャタピラー三菱	03-5717-1151	03-5717-1177
埼玉県秩父市	関東	クローラダンプ	2003	10t	13.4	新キャタピラー三菱	LD1000D	キャリヤ	作業装置・走行装置	特小	新キャタピラー三菱	03-5717-1151	03-5717-1177
長野県大町市	関東	クローラダンプ	2002	11t	13.5	日立建機	EG110R	ゴムクローラキャリヤ	作業機・旋回・走行操作	特小	金森建設(株)	0261-22-1880	
埼玉県草加市	関東	クローラダンプ	2002	11t	13.5	日立建機	EG110R	キャリヤ	作業装置・走行装置	特小	レック関東	048-933-5561	048-933-5562
埼玉県草加市	関東	クローラダンプ	2002	11t	13.5	日立建機	EG110R	キャリヤ	作業装置・走行装置	特小	レック関東	048-922-5561	048-933-5562
埼玉県草加市	関東	クローラダンプ	2003	11t	13.5	日立建機	EG110R	キャリヤ	作業装置・走行装置	特小	レック関東	048-922-5561	048-933-5562
浦安市	関東	ブルドーザ	1979	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
浦安市	関東	ブルドーザ	1979	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
浦安市	関東	ブルドーザ	1982	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
浦安市	関東	ブルドーザ	1984	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
浦安市	関東	ブルドーザ	1988	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設(株)	03-3434-5136	03-3434-5309
東京都	関東	ブルドーザ	1994	21t		新キャタピラー三菱	05516	キャリオールダンプ牽引機能、緊急脱出装置付	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3661-1361	03-3664-8905
東京都	関東	ブルドーザ	1994	21t		新キャタピラー三菱	05529	キャリオールダンプ牽引機能、緊急脱出装置付	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3661-1361	03-3664-8905
神奈川県平塚市	関東	移動カメラ車	1994	2t級	2	長野工業(株)	CRC-305		作業装置・走行装置	特小	西松建設(株)	03-3502-7643	03-3580-6149
神奈川県平塚市	関東	移動カメラ車	1994	2t級	2	長野工業(株)	CRC-305		作業装置・走行装置	特小	西松建設(株)	03-3502-7643	03-3580-6149
神奈川県平塚市	関東	移動カメラ車	1994	2t級	2	長野工業(株)	CRC-305		作業装置・走行装置	特小	西松建設(株)	03-3502-7643	03-3580-6149
神奈川県平塚市	関東	移動カメラ車	1995	4t級	4	長野工業(株)	CRC-106		作業装置・走行装置	特小	西松建設(株)	03-3502-7643	03-3580-6149
神奈川県平塚市	関東	移動カメラ車	1997	4t級	4	長野工業(株)	CDR-500		作業装置・走行装置	特小	西松建設(株)	03-3502-7643	03-3580-6149
神奈川県平塚市	関東	移動カメラ車	1997	4t級	4	長野工業(株)	CDR-500		作業装置・走行装置	特小	西松建設(株)	03-3502-7643	03-3580-6149
神奈川県平塚市	関東	移動カメラ車	2001	4t級	4	長野工業(株)	NUL-120		作業装置・走行装置	特小	西松建設(株)	03-3502-7643	03-3580-6149
長野県	中部	バックホウ	2002	0.8m3	24.1	コマツ	PC220LC	ロングフロント仕様	作業機・旋回・走行操作	特小	株高見土建	0266-72-8520	0266-73-5701
長野県	中部	バックホウ	2002	1.4m3	31.9	コマツ	PC330LC	バケット・ロングフロント	作業機・旋回・走行操作	特小	株高見土建	0266-72-8520	0266-73-5701
長野県	中部	バックホウ	2002	1.4m3	32.3	コマツ	PC350	バケット/ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小	株今井工務店	0261-85-1021	0261-85-1533
長野県	中部	バックホウ	2005	1.4m3	32.3	コマツ	PC350	バケット/ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小	株今井工務店	0261-85-1021	0261-85-1533
名古屋市	中部	バックホウ	1999	0.28m ³	8	新キャタピラー三菱	307B	バケット/ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小	虫明建村(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
岐阜県大野郡	中部	バックホウ	1997	0.8m ³	20	新キャタピラー三菱	320BGLBGS	バケット/ミニバックホウ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)コウショウ	0577-55-3771	0577-55-3772
三重県	中部	バックホウ	1993	1.4m ³	33.5	新キャタピラー三菱	330L	バケット/ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小	水谷建設(株)	0594-21-8111	0594-21-8113
長野県	中部	バックホウ	2004	1.4m3	31	日立建機	ZX330	バケット	作業装置・走行装置	特小	水谷建設(株)	0594-21-8111	0594-21-8110
茨城県	中部	バックホウ	2004	1.4m3	31	日立建機	ZX330	バケット	作業装置・走行装置	特小	水谷建設(株)	0594-21-8111	0594-21-8110
静岡県	中部	クローラダンプ	2001	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)リアルト	03-5561-4329	03-5561-4328
長野県	中部	クローラダンプ	2002	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ	作業機・旋回・走行操作	特小	株今井工務店	0261-85-1021	0261-85-1533

表-4 無人化施工機械の調達先一覧表（民間保有）（3 / 5）

所在地	地域	機械名	年式	規格	総質量 (t)	製作 メーカー名	形式	仕様	遠隔操縦の概要	無線	所有者名称	所有者TEL	所有者FAX
新潟県	北陸	バックホウ	2004	0.5m ³	11.7	コマツ	PC120	バケット	作業機・走行操作	特小	榊島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
石川県	北陸	バックホウ	2005	0.8m ³	21.4	コマツ	PC210	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-238-7411	076-238-7430
石川県	北陸	バックホウ	2005	0.8m ³	21.4	コマツ	PC210	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-238-7411	076-238-7430
金沢市	北陸	バックホウ	1999	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット/ブレード	作業機・走行操作	特小	(有)アスナロ建設	076-240-7021	076-240-7022
新潟県	北陸	バックホウ	2004	1.4m ³	30.8	コマツ	PC300	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-238-7411	076-238-7430
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-238-7411	076-238-7430
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-238-7411	076-238-7430
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-238-7411	076-238-7430
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-238-7411	076-238-7430
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	タイガーリース㈱	076-263-3161	076-263-3171
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット・ブレード・回転ブロッククランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	タイガーリース㈱	076-263-3161	076-263-3171
新潟市	北陸	バックホウ	1999	0.08m ³	2.8t	新キヤタビラー三菱	RA30	バケット	作業機・走行操作	特小	北陸CM(株)	025-266-4111	025-267-4193
新潟県上越市	北陸	バックホウ	2003	0.45m ³	12.6	新キヤタビラー三菱	313C-CR	バケット/アタッチメント配管	作業機・走行操作	特小	田中産業㈱	025-525-1212	025-523-6008
新潟県上越市	北陸	バックホウ	2003	0.45m ³	12.6	新キヤタビラー三菱	313C-CR	バケット/アタッチメント配管	作業機・走行操作	特小	田中産業㈱	025-525-1212	025-523-6008
新潟県上越市	北陸	バックホウ	2003	0.8m ³	23	新キヤタビラー三菱	320CLU	バケット/アタッチメント配管	作業機・走行操作	特小	田中産業㈱	025-525-1212	025-523-6008
新潟県上越市	北陸	バックホウ	2003	0.8m ³	23	新キヤタビラー三菱	320CLU	バケット	作業機・走行操作	特小	田中産業㈱	025-525-1212	025-523-6008
新潟県上越市	北陸	バックホウ	2004	2.7m ³	67	新キヤタビラー三菱	365BL	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	田中産業㈱	025-525-1212	025-523-6008
新潟市	北陸	バックホウ	1999	0.45m ³	13	日立建機	EX135USR	バケット	作業機・走行操作	特小	(株)ヒットレンタル	025-273-0131	025-273-0132
富山市	北陸	バックホウ	1998	0.8m ³	19.8	日立建機	ZX200	バケット/ブレード/旋回フォーク	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
石川県	北陸	バックホウ	2004	0.8m ³	19.8	日立建機	EG110R	ダンプ	作業機・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-265-4111	076-265-4122
石川県	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.9	日立建機	ZX350H	バケット	作業機・走行操作	特小	榊ヨシカワ	076-265-4111	076-265-4122
新潟市	北陸	バックホウ	1997	0.8m ³	20	日立建機	EX200-5	バケット	作業機・走行操作	特小	北陸技術事務所	025-231-1281	025-231-1283
富山市	北陸	バックホウ	1995	0.8m ³	19.8	日立建機	EX200LC-5	スライドアーム、ブレード	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
富山市	北陸	バックホウ	1999	1.4m ³	32.6	日立建機	EX300-5	バケット/ブレード	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
富山市	北陸	バックホウ	1998	1.4m ³	32.6	日立建機	ZX330	バケット/ブレード/旋回フォーク	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
富山市	北陸	バックホウ	1997	1.4m ³	29.4	日立建機	EX200LC-5	バケット/ブレード	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
富山市	北陸	バックホウ	2001	1.9m ³	44.8	日立建機	ZX450	バケット/ブレード/旋回フォーク	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
富山市	北陸	バックホウ	2004	1.9m ³	43.8	日立建機	ZX450H	バケット	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
富山市	北陸	バックホウ	1995	1.4m ³	41	日立建機	ZX330	バケット/ブレード/ローディング	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
富山市	北陸	バックホウ	2005	1.4m ³	32.6	日立建機	ZX330	バケット	作業機・走行操作	特小	建機サービス(株)	076-429-2365	076-429-2369
新潟県	北陸	クローラダンプ	2004	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
新潟県	北陸	クローラダンプ	2004	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ	作業機・旋回・走行操作	特小	榊島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
石川県	北陸	ブルドーザ	2001	20t	20.9	コマツ	D65PX	湿地	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設㈱	03-3434-5136	03-3434-5309
新潟県	北陸	ブルドーザ	1985	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設㈱	03-3434-5136	03-3434-5309
新潟県	北陸	ブルドーザ	1996	43t	43.5	コマツ	D155W	水陸両用仕様	作業機・走行操作	特小	青木あすなろ建設㈱	03-3434-5136	03-3434-5309

表-4 無人化施工機械の調達先一覧表（民間保有）（4 / 5）

所在地	地域	機械名	年式	規格	総質量 (t)	製作 メーカー名	形式	仕様	遠隔操縦の概要	無線	所有者名称	所有者TEL	所有者FAX
奈良県	近畿	バックホウ	1994	0.11m ³	2.9	コマツ	PC30	バケット	作業機・旋回・走行操作	微弱	大紀リース	07475-2-7531	07475-2-7509
奈良県	近畿	バックホウ	1994	0.11m ³	2.9	コマツ	PC30	バケット	作業機・旋回・走行操作	微弱	大紀リース	07475-2-7531	07475-2-7509
大阪府	近畿	バックホウ	1995	0.11m ³	2.9	コマツ	PC30R	急傾斜地仕様・バケット・ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	微弱	大昌建設(株)	0722-39-9077	0722-30-2977
大阪府	近畿	バックホウ	1995	0.11m ³	2.9	コマツ	PC30R	急傾斜地仕様・バケット・ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	微弱	大昌建設(株)	0722-39-9077	0722-30-2977
大阪府	近畿	クローラダンプ	2001	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
鳥取県	中国	クローラダンプ	2002	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ、リアゲート仕様	作業機・旋回・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
鳥取県	中国	クローラダンプ	2002	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ、リアゲート仕様	作業機・旋回・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
岡山市	中国	バックホウ		1.6m ³		日立建機	EX400-5	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)大本組	03-5564-2301	03-5564-2302
岡山市	中国	バックホウ	1994	6.3m ³	105	日立建機	EX1100	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)大本組	03-5564-2301	03-5564-2302
高知市	四国	バックホウ	1996	0.5m ³	11.7	コマツ	PC120	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	陽和産業(株)	088-884-1952	088-884-2841
高知市	四国	バックホウ	1997	0.8m ³	23.9	コマツ	PC228UU	モノブーム・バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	陽和産業(株)	088-884-1952	088-884-2841
鹿児島県	九州	バックホウ	1994	0.11m ³	2.9	コマツ	PC30R	急傾斜地仕様	作業機・旋回・走行操作	微弱	大昌建設(株)	0995-52-8468	0995-54-3079
鹿児島県	九州	バックホウ	1995	0.11m ³	2.9	コマツ	PC30R	急傾斜地仕様	作業機・旋回・走行操作	微弱	大昌建設(株)	0995-52-8468	0995-54-3079
長崎県	九州	バックホウ	1997	0.8m ³	19.1	コマツ	PC200	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
福岡県	九州	バックホウ	2002	0.8m ³	21.5	コマツ	PC228UU	ブレード/ブレーカ/マルチバケット付き	作業機・旋回・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
長崎県	九州	バックホウ	1997	1.4m ³	30.8	コマツ	PC300	バケット/ブレーカ/回転クランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
福岡県	九州	バックホウ	1997	1.4m ³	31.9	コマツ	PC300LC	バケット・ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)ジオテック	093-245-5333	093-245-5108
福岡県	九州	バックホウ	2005	1.4m ³	32.3	コマツ	PC350	バケット/ブレーカ/回転クランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
長崎県	九州	バックホウ	1996	1.8m ³	41.4	コマツ	PC410LC	バケット・ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
長崎県	九州	バックホウ	2000	1.8m ³	43.5	コマツ	PC450	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
福岡県	九州	バックホウ	2004	1.8m ³	43.5	コマツ	PC450	バケット/ブレーカ/回転クランプ	作業機・旋回・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
長崎県	九州	バックホウ	1996	4.1m ³	72	コマツ	PC750SE	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
長崎県	九州	バックホウ	1995	4.3m ³	95	コマツ	PC1000	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
長崎県	九州	バックホウ	1999	5m ³	103	コマツ	PC1100	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
諫早市	九州	バックホウ	1997	0.10m ³	2.93	新キャタピラー三菱	MM35B	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	ニイイチ技建	0957-28-9590	0957-28-9591
長崎県島原市	九州	バックホウ	1996	0.1m ³	2.9	新キャタピラー三菱	MM35B	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
諫早市	九州	バックホウ		0.28m ³	8	新キャタピラー三菱	308BSR	パイバック	作業機・旋回・走行操作	特小	ニイイチ技建	0957-28-9590	0957-28-9591
諫早市	九州	バックホウ	1999	0.5m ³		新キャタピラー三菱	312B	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
諫早市	九州	バックホウ	1997	0.8m ³	20	新キャタピラー三菱	320	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
諫早市	九州	バックホウ	2000	0.8m ³	20	新キャタピラー三菱	320BL	バケット/ブレーカ	作業機・旋回・走行操作	特小2	ニイイチ技建	0957-28-9590	0957-28-9591
長崎県島原市	九州	バックホウ	2004	0.9m ³	20.4	新キャタピラー三菱	320CL	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
長崎県島原市	九州	バックホウ	2004	0.9m ³	20.4	新キャタピラー三菱	320CL	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
長崎県普賢岳	九州	バックホウ	1997	1.4m ³	33.7	新キャタピラー三菱	330BL	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
長崎県島原市	九州	バックホウ	1994	2.9m ³	78.1	新キャタピラー三菱	375MMG	バケット/ブレーカ25.6t分割可	作業機・旋回・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
長崎県普賢岳	九州	バックホウ	1994	3.2m ³	78.1	新キャタピラー三菱	375MMG	バケット/ブレーカ25.7t分割可	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
長崎県普賢岳	九州	バックホウ	1997	3.2m ³	78.1	新キャタピラー三菱	375LMMG	バケット/ブレーカ25.8t分割可	作業機・旋回・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
長崎県島原市	九州	バックホウ	2003	3.5m ³	83.2	新キャタピラー三菱	385BGMG	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
長崎県島原市	九州	バックホウ	2004	3.5m ³	83.2	新キャタピラー三菱	385BGMG	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	丸機建設(株)	03-5462-1691	03-5462-1512
福岡市	九州	バックホウ	1994	4.0m ³	78.1	新キャタピラー三菱	375MMG	バケット	作業機・旋回・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3611-1361	03-3664-8905
福岡県	九州	クローラダンプ	2001	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
福岡県	九州	クローラダンプ	2002	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ・リアゲート仕様	作業機・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
福岡県	九州	クローラダンプ	2002	11t	16.4	コマツ	CD110R	くるくるダンプ・リアゲード仕様	作業機・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
島原市	九州	クローラダンプ		16t		諸岡	MST3300			特小	(株)フジタ	03-3356-8213	03-3356-8264

表-4 無人化施工機械の調達先一覧表（民間保有）（5 / 5）

所在地	地域	機械名	年式	規格	総質量 (t)	製作 メーカー名	形式	仕様	遠隔操縦の概要	無線	所有者名称	所有者TEL	所有者FAX
長崎県	九州	ブルドーザ	1999	20t	20.9	コマツ	D65PX	湿地	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
長崎県	九州	ブルドーザ	1995	68t	67.5	コマツ	D375AR	ブレード/リッパ	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
長崎県	九州	ブルドーザ	2002	68t	68.5	コマツ	D375AR	ブレード/リッパ	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
島原市	九州	ブルドーザ	1989	16t	16	新キャタピラー三菱	D6DLGP	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小3	(株)フジタ	092-521-2136	03-3796-3207
長崎県島原市	九州	ブルドーザ	1994	16t	15.95	新キャタピラー三菱	D10N	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
長崎県島原市	九州	ブルドーザ	1997	16t	15.95	新キャタピラー三菱	D6MLGP	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
長崎県普賢岳	九州	ブルドーザ	1997	16t	15.9	新キャタピラー三菱	D6MLGP	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
長崎県島原市	九州	ブルドーザ	1994	68t	60	新キャタピラー三菱	D10R	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
福岡市	九州	ブルドーザ	1994	68t	60	新キャタピラー三菱	D10R	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3661-1361	03-3664-8905
長崎県島原市	九州	ブルドーザ	1997	68t	60	新キャタピラー三菱	D10R	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
福岡市	九州	ブルドーザ	2000	68t	60	新キャタピラー三菱	D10R	ブレード	ブレードのリフト・チルト・走行操作	特小3	九州総合建設	092-631-4040	092-631-4043
福岡県	九州	ダンプトラック	2003	40t	30.35	コマツ	HM400	アーティキュレートダンプ	作業機・走行操作	特小	玉石重機(株)	092-521-2163	092-522-6594
福岡県	九州	ダンプトラック	1997	46t	42.4	コマツ	HD465	ベッセル2分割仕様	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
福岡県	九州	ダンプトラック	1997	46t	42.4	コマツ	HD465	ベッセル2分割仕様	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
福岡県	九州	ダンプトラック	1997	46t	42.4	コマツ	HD465	ベッセル2分割仕様	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
福岡県	九州	ダンプトラック	2000	46t	42.4	コマツ	HD465	ベッセル2分割仕様	作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
島原市	九州	ホイールダンプ	1994	45t	45.4	新キャタピラー三菱	773D	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
島原市	九州	ホイールダンプ	1994	45t	45.4	新キャタピラー三菱	773B	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
島原市	九州	ホイールダンプ	1994	45t	45.4	新キャタピラー三菱	773B	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
島原市	九州	ホイールダンプ	1994	45t	45.4	新キャタピラー三菱	773B	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
島原市	九州	ホイールダンプ	2000	65t		新キャタピラー三菱	CAT775D	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	(株)フジタ	03-3356-8213	03-3356-8264
島原市	九州	ホイールダンプ	2000	65t		新キャタピラー三菱	CAT775D	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	(株)フジタ	03-3356-8213	03-3356-8264
福岡市	九州	ホイールダンプ	1994	77t		新キャタピラー三菱	77B	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3661-1361	03-3664-8905
福岡市	九州	ホイールダンプ	1994	77t		新キャタピラー三菱	77B	ダンプトラック	作業機・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3661-1361	03-3664-8905
島原市	九州	移動カメラ車				コマツ	PC45	バケット	作業機・巡回・走行操作	特小	(株)フジタ	03-3356-8213	03-3356-8264
島原市	九州	移動カメラ車	1999		4	日立建機	MPX10	カメラアーム・走行操作	作業機・巡回・走行操作	特小	(株)富島建設	06-6453-3551	06-6453-3051
島原市	九州	移動カメラ車	1999		4	日立建機	MPX10	カメラアーム・走行操作	作業機・巡回・走行操作	特小	(株)富島建設	06-6453-3551	06-6453-3051
島原市	九州	移動カメラ車				諸岡	MST250			特小	(株)フジタ	03-3356-8213	03-3356-8264
島原市	九州	移動カメラ車				諸岡	MST500			特小	(株)フジタ	03-3356-8213	03-3356-8264
島原市	九州	振動ローラ	1999	11t	10	酒井	SD451		作業機・走行操作	特小	(株)富島建設	03-5466-2801	03-5466-2804
島原市	九州	振動ローラ	1995	11t	10	酒井	SD451		作業機・走行操作	特小	山崎建設(株)	03-3661-1379	03-3664-8905
島原市	九州	振動ローラ	1997	11t	10	酒井	SD451		作業機・走行操作	特小	丸磯建設(株)	03-5462-1691	03-5462-1512
島原市	九州	振動ローラ	1998	11t	10	酒井	SD451		作業機・走行操作	特小	共栄機械工事(株)	0957-43-1419	0957-43-5022
島原市	九州	振動ローラ	2001	11t	10	酒井	SD451		作業機・走行操作	特小	三井物産マシナリー(株)		
島原市	九州	ホイールローダ(清掃車)	2002	1.5m3	7.8	新キャタピラー三菱	914G	ホイールローダ	作業機・走行操作	特小	(株)フジタ	092-521-2136	03-3796-3207

〈巻末資料 3：調査・設計・施工手順〉

調査、設計、施工の手順を下図に示す。

なお、無人化施工であっても、労働安全衛生法等関係法令の遵守、土木工事安全施工技術指針等関係指針を参考にして、常に工事の安全に留意し現場管理を行い、災害の防止を図らなければならない。

