

基礎工・海上地盤改良工における施工履歴データを用いた出来形管理要領について

諏訪 弘明*・横山 浩司**・辰巳 大介***・川上 司****

* (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 研究員

** (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 調査役

*** 国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾情報化支援センター 港湾業務情報化研究室 室長

**** 前 国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾情報化支援センター 港湾業務情報化研究室 主任研究官

国土交通省港湾局は、令和6年4月に施工履歴データを用いた出来形管理要領（基礎工編）ならびに施工履歴データを用いた出来形管理要領（海上地盤改良工：床掘工編）を制定・公開した。これらは、港湾工事では、オペレータの操作補助や施工管理補助を目的に、これまで建設現場で使用されてきた施工管理システムに記録されるデータを、出来形管理に活用するものである。本稿は、各要領の要点を整理するとともに、適用により期待される効果を考察したものである。

キーワード：基礎工，海上地盤改良工，床掘工，施工履歴，出来形管理

1. はじめに

国土交通省は、平成28年「生産性革命元年」から、あらゆる建設生産プロセスでの生産性向上に向け、i-Constructionを推進している。河川工事においては、平成30年3月に「施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）」が定められ、バックホウ浚渫船で施工する場合に限り、取得した施工履歴データによる出来形管理が可能となった。

港湾分野では、これまで国土技術政策総合研究所で現地試験、モデル工事のデータをもとに施工履歴データを活用した出来形管理手法が検討されてきた。^{1) 2)} その成果として、令和6年4月に国土交通省港湾局より、「施工履歴データを用いた出来形管理要領（基礎工編）」、「施工履歴データを用いた出来形管理要領（海上地盤改良工：床掘工編）」及びそれらに基づく「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（基礎工編）」、「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（海上地盤改良工：床掘工編）」が公開された。

基礎工においては重錘式均し機を用いる場合、床掘工においてはグラブ浚渫船を用いる場合、オペレータの操作補助や施工管理補助を目的としてこれまでも施工管理システムが使用されてきた。上述の出来形管理要領は、この施工管理システムで取得する施工履歴データを出来形管理に活用するものである。

本稿では、これらの出来形管理要領の要点を整理するとともに、適用により期待できる効果について述べる。

2. 適用工種

港湾工事における施工履歴データを用いた出来形管

理要領が適用できる工種は、基礎工（基礎捨石工）、海上地盤改良工：床掘工の2工種である。

2.1 基礎工（基礎捨石工）とは

基礎工（基礎捨石工）は、数十kg～数百kg/個の石を海底に投入・敷均しし、防波堤等の基礎となるマウンドを構築する工種である。均し作業は、主に潜水土による人力均しと、重錘式均し機等の装置を使う機械均しに大別される。施工履歴データを用いた出来形管理要領は、重錘式均し機を用いる機械均しに適用できる。



図-1 基礎工（機械均し）施工状況

2.2 海上地盤改良工：床掘工とは

海上地盤改良工：床掘工とは、防波堤等の基礎地盤が軟弱である場合に、置換材の投入前に軟弱土を除去する、もしくは海上地盤改良工の施工で生じた盛り上がり土を除去する工種である。施工履歴データを用いた出来形管理要領は、グラブ浚渫船を用いて施工する

際に適用できる。



図-2 床掘工施工状況

3. 施工履歴データ

3.1 基礎工（基礎捨石工）

基礎工（基礎捨石工）における施工履歴データとは、施工中に取得する重錘式均し機の3次元座標等を意味する。これらは、施工管理システムにリアルタイムで記録、保存される。

施工管理システムは、既設ケーソン等に据え付けた自動追尾式トータルステーション（以下、自動追尾式TS）と、全方位プリズムが装着された重錘式均し機、データ伝達装置、PC等で構成される。

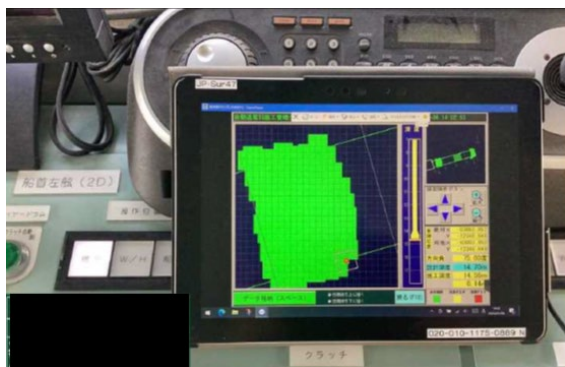


図-3 施工管理システム（PC画面）



図-4 自動追尾式トータルステーション

3.2 海上地盤改良工：床掘工

海上地盤改良工：床掘工における施工履歴データとは、施工中に取得する掘削時のバケットの3次元座標、方位角等を意味する。これらは施工管理システムにリアルタイムで記録、保存される。

施工管理システムは、グラブ浚渫船の位置を測定するGNSS機器、ワイヤーの繰り出し長や旋回角等を計測する各種センサー類、PC等で構成される。

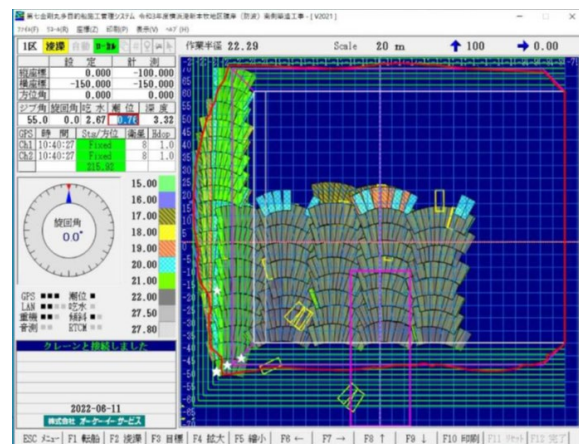


図-5 施工管理システム（PC画面）

4. 施工履歴データを用いた出来形管理基準

4.1 基礎工（基礎捨石工）

(1) 出来形管理基準

基礎工（基礎捨石工）における従来の出来形管理基準を表-1、施工履歴データを用いた出来形管理基準を表-2に示す。

従来の出来形計測では、天端高は、既設ケーソン等に据え付けたレベルにより、重錘式均し機をスタッフに模して計測する。天端幅や延長は、潜水士がスチールテープ等を用いて計測する。測定密度は、天端高・天端幅が測線間隔・測点間隔10m以下、延長が法線上または監督職員の指示によるものとされている。

施工履歴データを用いた出来形管理基準では、施工履歴データの点群データと、均し箇所を重錘式均し機の底面形状で記録したスタンプ図を用いて施工箇所全面の出来形を確認する。天端高は、本均し・荒均しのいずれも1.0m平面格子内の最深値を用いて評価するが、許容範囲はそれぞれ異なる点に留意する。本均しの天端幅・延長は、天端高が基準値を満足しているスタンプ図が、もれなく設計範囲を網羅していることを確認する（図-6）。

捨石荒均しにおいては、法面、天端幅、延長は従来の出来形管理基準に則らなければならない点に留意する。

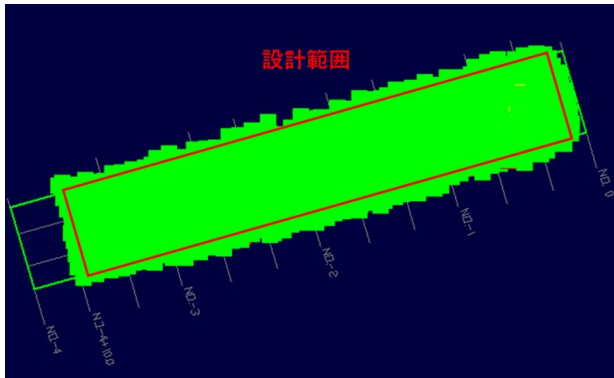


図-6 スタンプ図 (例)

表-1 従来の出来形管理基準 (基礎工) ³⁾

工種	管理項目	測定方法	許容範囲
捨石本均し	天端高	レベル等	±5cm
	天端幅	スチールテープ、間縄等	+規定しない -10cm
	延長	スチールテープ、間縄等	+規定しない -10cm
捨石荒均し	天端高	音響測深機、レッド又はレベル等	±50cm、岸壁前面+0、 -20cm 又は特記仕様書による。 異形ブロック据付面 (整積) の高さ (法面に直角) ±30cm 又は特記仕様書による。
	法面	音響測深機、レッド又はレベル等	±50cm (法面に直角) 異形ブロック据付面 (整積) の高さ (法面に直角) ±30cm 又は特記仕様書による。
	天端幅	スチールテープ、間縄等	+規定しない -10cm
	延長	スチールテープ、間縄等	+規定しない -10cm

表-2 施工履歴データを用いた出来形管理基準 (基礎工) ⁴⁾

工種	管理項目	採用する 点群データ	許容範囲
捨石本均し	天端高	1.0m 平面格子内に 1点、最深値を 採用	±5cm
	天端幅		スタンプ図で施工箇所がも れなく施工範囲を満足して いること
	延長		スタンプ図で施工箇所がも れなく施工範囲を満足して いること
捨石荒均し	天端高	1.0m 平面格子内に 1点、最深値を 採用	±50cm、又は特記仕様書によ る

(2) 施工履歴データによる出来形評価手法

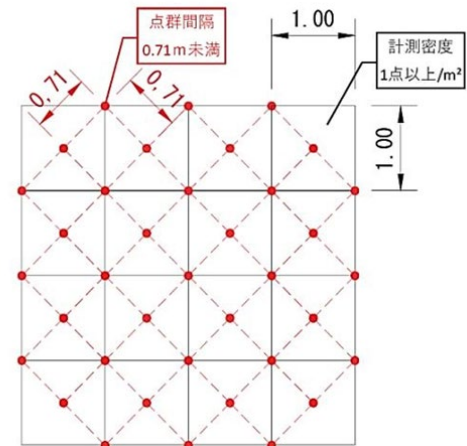
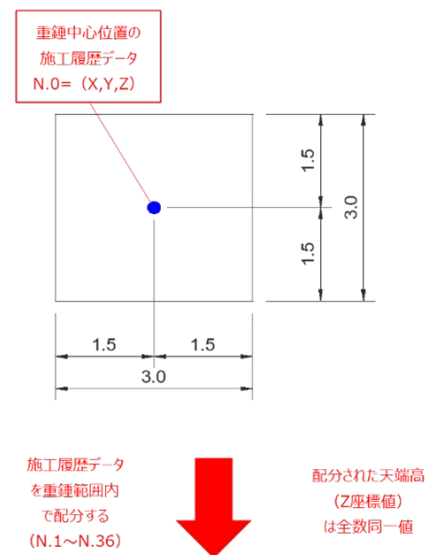
出来形管理に用いる施工履歴データは、施工管理システムに記録、保存された全データである。

施工履歴データを出来形管理基準では、1.0m 平面格子内に1点以上の点群が必要であるため、取得した施工履歴データを分配し、点群密度 1 点/m² 以上の点群データを作成する。

点群密度 1 点/m² 以上を満足するには、図-7 のとおり、

点群間隔を 0.71m 未満に設定する。点群間隔は、使用する重錘式均し機の底面寸法に応じて施工者が設定する。

分配する点群データの天端高 (z) は、重錘式均し機で仕上げた面は高さが一定であると仮定し、1 底面寸法内全数同一値とする。

図-7 点群密度を確保するための分配方法 ⁵⁾図-8 基礎工における点群分配例 ⁶⁾

天端高では、点群分配後、1.0m 平面格子を設定し、各格子の最深値を抽出する。すべての格子の最深値が許容範囲に収まっていることで評価する。

天端幅、延長では、天端高の許容範囲を満足するスタンプ図が、設計範囲をもれなく覆っていることで評価する。

4.2 海上地盤改良工：床掘工

(1) 出来形管理基準

海上地盤改良工：床掘工における従来の出来形管理基準を表-3、施工履歴データを用いた出来形管理基準を表-4に示す。

従来の出来形管理のための計測は、一般的にシングルビームやマルチビーム等の音響測深機またはレッド等を用いる。測定密度は特記仕様書によるものとされている。

施工履歴データを用いた出来形管理基準では、施工履歴データの点群データを用いて施工箇所全面の出来形を確認する。底面・法面のいずれも 1.0m 平面格子内の最深値を用いて評価する。

表-3 従来の出来形管理基準
(海上地盤改良工：床掘工)⁷⁾

工種	管理項目	測定方法	許容範囲
グラブ床掘	水深 (底面)	音響測深機、レッド又はレベル等	±30cm
	水深 (法面)	音響測深機、レッド又はレベル等	外側 2m (法面に直角) 内側 30cm (法面に直角) 又は特記仕様書による。

表-4 施工履歴データを用いた出来形管理基準
(海上地盤改良工：床掘工)⁸⁾

工種	管理項目	採用する点群データ	許容範囲
グラブ床掘	水深 (底面)	1.0m 平面格子内に 1 点、最深値を採用	±30cm 達成率 90%以上
	水深 (法面)	1.0m 平面格子内に 1 点、最深値を採用	外側 2m (法面に直角) 内側 30cm (法面に直角) 又は特記仕様書による。 達成率 90%以上

(2) 施工履歴データによる出来形評価手法

出来形管理に用いる施工履歴データは、施工管理システムに記録、保存された全データである。

基礎工（基礎捨石工）と同様に、施工履歴データを出来形管理基準では、1.0m 平面格子内に 1 点以上の点群が必要であるため、取得した施工履歴データを分配し、点群密度 1 点/m² 以上の点群データを作成する。

点群の分配方法は、前述のとおりであり、点群間隔は、使用するバケットが全開時の掘削底面寸法に応じて施工者が設定する。

分配する点群データの天端高 (z) は、仕上げ掘りの面は高さが一定であると仮定し、1 底面寸法内全数同一値とする。

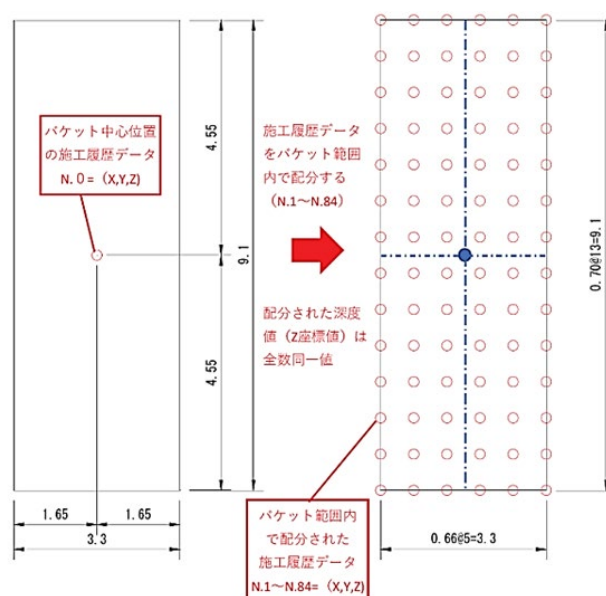


図-9 海上地盤改良工：床掘工における点群分配例⁹⁾

水深（底面・法面）では、点群分配後、1.0m 平面格子を設定し、各格子の最深値を抽出する。全格子数の内、許容範囲を満足する最深値を含む平面格子数の割合を達成率と定義し、達成率 90%以上となることで評価する。底面と法面では、許容範囲は異なる点に留意する。

5. 適用により期待される効果

基礎工及び海上地盤改良工：床掘工における施工から施工状況検査（出来形検査）までのフローを図-10、図-11に示す。

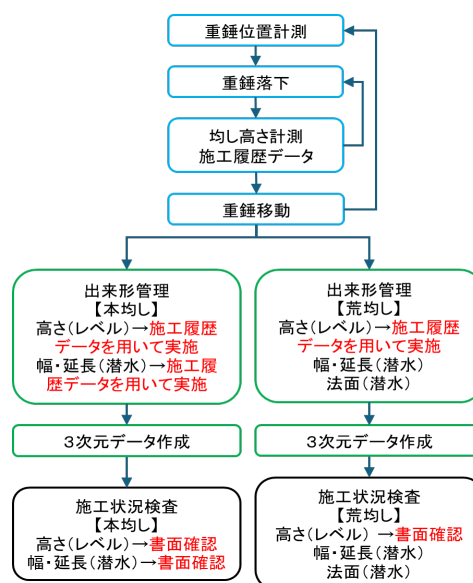


図-10 基礎工における施工から施工状況検査までのフロー

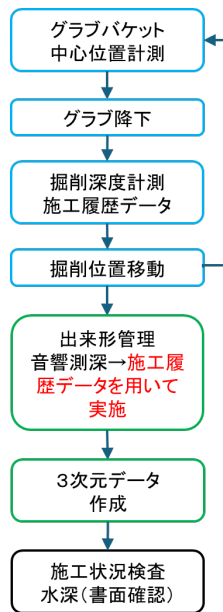


図-11 海上地盤改良工：床掘工における施工から施工状況検査までのフロー

施工履歴データを用いた出来形管理により、潜水士による計測や音響測深の作業自体を省略できる。これにより省人・省力、コスト低減、工程短縮が期待できる。基礎工、海上地盤改良工：床掘工のいずれも、次工程にケーソン据付等の本体工が控えている場合が多い。ケーソン据付作業は、風や波浪等を受けやすく、気象海象条件が良い施工日を狙って施工する。前工程で施工履歴データを用いた出来形管理を活用し、工程上の余裕を確保することで、本体工における円滑な施工に寄与すると考える。

一般的に機械均しは、大水深の港湾工事で適用することが多い。大水深は、潜水士の身体に多大な負荷がかかり、高気圧障害に繋がるリスクがある。施工履歴データを用いた出来形管理を活用すれば、潜水作業自体を省略できるため、上記リスクを回避できる。

6. おわりに

本稿では、令和6年4月に公開された基礎工及び海上地盤改良工：床掘工における施工履歴データを用いた出来形管理要領の要点を整理し、適用により期待される効果を考察した。

本資料が施工履歴データを用いた出来形管理要領を適用するにあたって、港湾工事関係者の一助となり、生産性向上に貢献できれば幸いである。

謝辞

本稿は、国土交通省国土技術政策総合研究所発注の港湾の施工・管理における新技術を活用した生産性向上に向けた調査業務の成果の一部を取りまとめたものである。

現地実証試験の実施にご協力いただいた国土交通省港湾局、地方整備局及び工事関係者の皆様に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小嶋一弘・辰巳大介・小川雅史: ICT 海上地盤改良工 (床掘工) の出来形管理への施工履歴データ適用に関する検討, 国土技術政策総合研究所資料, No. 1199, 2022
- 2) 小嶋一弘・辰巳大介・川上司・小川雅史: 機械均しの施工履歴データを活用した基礎捨石均し出来形管理の効率化に関する検討, 国土技術政策総合研究所資料, No. 1240, 2023
- 3) 国土交通省港湾局: 港湾工事出来形管理基準 (令和6年3月), pp. 3-37, 38, 2024
- 4) 国土交通省港湾局: 施工履歴データを用いた出来形管理要領 (基礎工編) (令和6年4月版), p. 39, 2024
- 5) 国土交通省港湾局: 施工履歴データを用いた出来形管理要領 (基礎工編) (令和6年4月版), p. 32, 2024
- 6) 国土交通省港湾局: 施工履歴データを用いた出来形管理要領 (基礎工編) (令和6年4月版), p. 33, 2024
- 7) 国土交通省港湾局: 港湾工事共通仕様書 (令和6年3月), pp. 3-33, 34, 2024
- 8) 国土交通省港湾局: 施工履歴データを用いた出来形管理要領 (海上地盤改良工: 床掘工編) (令和6年4月), p. 40, 2024
- 9) 国土交通省港湾局: 施工履歴データを用いた出来形管理要領 (海上地盤改良工: 床掘工編) (令和6年4月), p. 33, 2024

