

6. 現場製作のコンクリートブロックを用いた i-Construction

－護岸・床固工を具体例とした生産性に関する評価－

技研興業株式会社
技研興業株式会社

大井 邦昭
○ 三浦 拓磨

1. はじめに

近年、我が国では少子高齢化等に伴う生産年齢人口の減少が懸念されている。今後、建設分野においても技能労働者の不足により生産性の低下が生じる可能性がある。このような背景をうけ、国土交通省は、2016年度より、建設現場の生産性向上に向けた新しい取り組みであるi-Constructionを進めている¹⁾。

i-Constructionには、①ICT技術の全面的な活用、②規格の標準化、③施工時期の平準化、の具体的な取り組みが示されており、建機メーカーを中心に技術開発が行われている²⁾。一方、従来工法でも、同一の機能を有する異なる工法が存在する場合の生産性の定量的な評価はあまり行われていない。

本論文では、同一の機能を有する、異なる2種類の構造（工法）を対象として、工事費用のみならず作業員数や施工期間等を算出し、それぞれの構造（工法）の生産性を評価・比較するものである。具体的には、近年、ゲリラ豪雨等の短時間強雨による被害を多く受けている河川構造物のうち、

対策工として重要な位置づけにある「護岸工」と「床固工」を対象として生産性の評価を行う。

「護岸工」と「床固工」はいずれも従来は現場打ちコンクリートを用いた重力式（以下、現場打ち重量式）が多く採用されているが、工事現場で製作したコンクリートブロック（以下、ブロック）を用いる自立式残存型枠（以下、残存型枠式）やブロック積式があり、本論文ではこれらの構造を対象として生産性の比較を行う（写真-1、-2参照）。

2. 検討概要

護岸工・床固工のいずれの検討も、現場打ち重量式とブロックを用いる構造の比較とする。ブロックを用いる構造は、護岸工の検討では残存型枠式、床固工の検討ではブロック積式を対象とする。

図-1、図-2に比較対象とした各構造の標準断面図を示す。比較する構造は機能を同一とするため、直高等の条件を概ね同等としている。その他の検討条件を表-1に一括して示す。ブロックの形状は各構造で用いられることがある一般的な製品で、護岸工で用いるものをAブロック、床固工で用いるものをBブロックとする（写真-3参照）。

生産性評価の具体的な照査項目は、①作業員数、②施工期間、③工費、④建設機械（4. 床固工のみ）とする。①の作業員数はブロックを現場近接で製作する場合を想定している。②の施工期間は②-1として「ブロック製作期間を含む場合」と、②-2として「ブロック製作期間を含まない場合」に分けて評価する。②-2はi-Constructionの具体的な取り組みのひとつである“施工時期の平準化”を意識したもので、対象構造物の工事期間よりも前もってブロックを製作しておく場合を想定している。③の工費は詳細に評価するため、③-1として構造物本体工のみの工事費と、③-2として土工・仮設工等を含む全体工事費に分けて評価する。

なお、①作業員数は国土交通省土木工事積算基

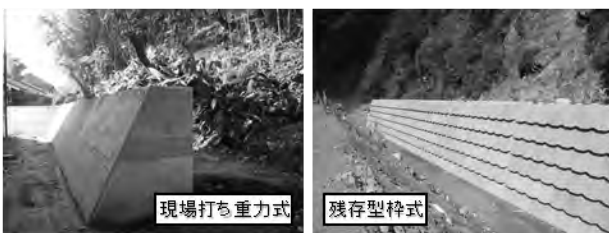


写真-1 護岸工



写真-2 床固工

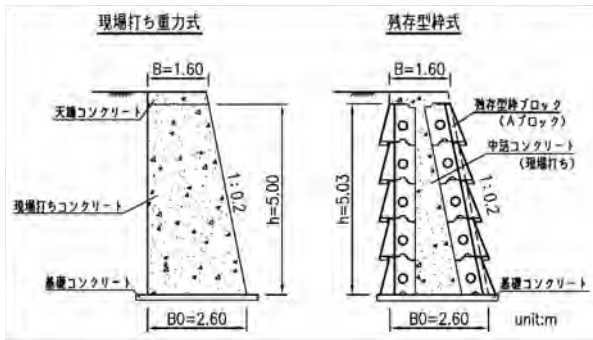


図-1 比較断面図（護岸工）

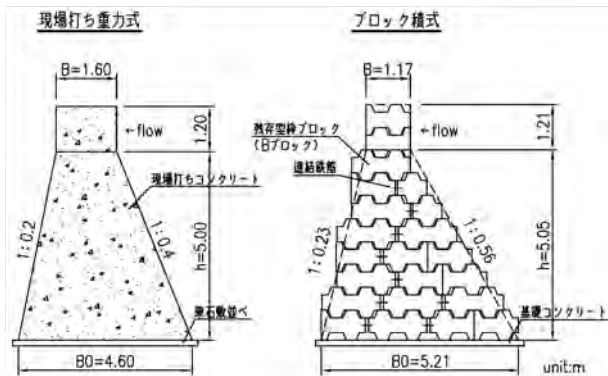


図-2 比較断面図（床固工）

表-1 検討条件

項目	護岸工		床固工	
	現場打ち重力式	残存型枠式	現場打ち重力式	ブロック積式
直高h (m)	5.00	5.03	5.00	5.05
天端幅B (m)	1.60	1.60	1.60	1.17
底面幅B ₀ (m)	2.60	2.60	4.60	5.21
斜面勾配	1:0.2	1:0.2	1:0.2(下流側) 1:0.4(上流側)	1:0.23(下流側) 1:0.56(上流側)
施工延長L (m)	141.33	141.33	15.00	14.61
コンクリート体積V (m ³)※1	1577.00	1165.00	328.00	12.33
基礎	基礎Co	基礎Co	栗石敷並べ	基礎Co
リフト高 (m) (打上げ回数)	1.50 (4)	1.00 (5)	1.00 (6)	-
型枠A (m ²)※2	1743.00	181.00	351.40	-
使用ブロック (質量)	-	Aブロック (2t/個)	-	Bブロック (2t/個)
ブロック数 (個)	-	677	-	343
ブロック運搬距離 (km)	-	5.50	-	0.50
隔壁ブロック数 (個)	-	24	-	-

※1(護岸工) 現場打ち重力式(基礎Co・現場打ちCo) 残存型枠式(基礎Co・中詰Co)
(床固工) 現場打ち重力式(現場打ちCo) ブロック積式(基礎Co)

※2(護岸工) 現場打ち重力式(基礎Co型枠・現場打ちCo型枠)
残存型枠式(基礎Co型枠・天端Co型枠)
(床固工) 現場打ち重力式(現場打ちCo)



Aブロック Bブロック

写真-3 検討に使用したブロック

準³⁾に示される各工種の歩掛上の各作業員数を累計した。②施工期間は同書に示される各工種の標準作業量から算出・累計した。③工費の算出に必要な労務単価・資材単価⁴⁾は新潟県における平成28年6月単価を使用した。④建設機械は上記3)に示される各工種の歩掛上の各作業時の機械運転時間から算出・累計した。

なお、本論文における生産性の比較では、ブロックを用いた工法を主体として現場打ち重力式に対する生産性を評価する。

3. 護岸工における生産性評価

3.1 ①作業員数

図-3は護岸工の現場打ち重力式と残存型枠式の護岸工本体工事の職種別作業員数を示す。各職種の合計工事作業員数は、残存型枠式が現場打ち重力式よりも約36%少ない625.6人となった。

各職種別では、土木一般世話役は、残存型枠式のブロック製作等で必要な作業員が増加する一方で、現場打ち重力式で必要な型枠設置・撤去等の作業員の減少の割合が高く、トータルで約16%減少する。普通作業員も同様の理由により、トータルで約19%減少する。特殊作業員は、現場打ち重力式におけるコンクリート打設時に必要な作業員よりも、残存型枠式のブロック製作等で必要な作業員の増加が上回り、トータルで約2倍増加する。型枠工は、残存型枠式については型枠設置・撤去、ケレンはく離剤塗布が不要であることから、トータルで約89%減少する。とび工については、Aブロックは積み重ねるだけで上下段のブロックが噛み合い、且つ、自立するものであるため、足場・支保工が不要であり、残存型枠式ではゼロとなる。特殊運転手は、現場打ち重力式におけるコンクリート打設時に必要な作業員よりも、残存型枠式のブロック据付に必要な作業員の増加が上回り、トータルで約8%増加する。普通運転手は、残存型枠式のみ必要となり、ブロック運搬で26.8人となる。

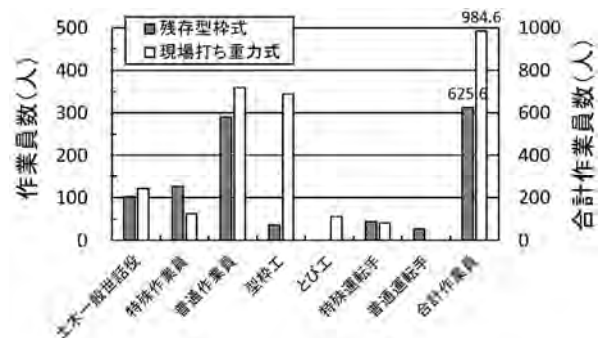


図-3 職種別作業員数（護岸工）

3.2 ②施工期間

表-2 は現場打ち重力式と残存型枠式の護岸工の施工日数を示す。表では②-1としてブロックの製作期間を含む場合と、②-2として含まない場合を区別して示す。また、それぞれの場合で護岸本体工事のみとした場合と、土工・仮設工等を含む全体工事とした場合を区別している。

表より、ブロックの製作期間を含む場合（②-1）、護岸工本体工事のみではほぼ同期間だが、全体工事では、残存型枠式では型枠や足場・支保工の設置・撤去等が必要ないため、約12%短くなる。ブロック製作期間を含まない場合（②-2）、本体工のみが約52%、全体工事では約29%短くなる。ブロック製作期間を含まない場合の評価では、ブロック製作期間の割合が大きい本体工のみの場合のほうが効果が大きい。

表-2 施工期間（護岸工）

		施工日数 (日)	比率 (%)*
②-1 ブロック製作期間を 含む場合	本体工のみ	現場打ち重力式	158.7
		残存型枠式	157.5
	全体	現場打ち重力式	559.9
		残存型枠式	494.7
②-2 ブロック製作期間を 含まない場合	本体工のみ	残存型枠式	76.5
	全体	残存型枠式	413.7

※現場打ち重力式の施工日数に対する百分率

3.3 ③工費

表-3 は現場打ち重力式と残存型枠式の護岸工の直接工事費を示す。表では、③-1として護岸本体工のみの場合と、③-2として土工・仮設工等を含む全体工事費を区別して示す。

護岸本体工のみの場合（③-1）、残存型枠式では、本体のブロックや隔壁ブロックの製作・運搬・据付が必要となり、やや割高となる。一方では、足場・支保工等の仮設工が不要のため、土工・仮設工を含む全体工事費（③-2）ではほぼ同等か、僅かに残存型枠式の方が安くなる。

なお、残存型枠式で仮設工が減る最も大きな要因は、水替工の排水ポンプ設置期間の低減であり、現場打ち重力式よりも約39%短い期間でよい。

表-3 直接工事費（護岸工）

		工事費 (千円)	比率 (%)*
③-1 本体工のみ	現場打ち重力式	48,230	-
	残存型枠式	50,126	104
③-2 全体	現場打ち重力式	77,268	-
	残存型枠式	76,309	99

※現場打ち重力式に対する百分率

4. 床固工における生産性評価

4.1 ①作業員数

図-4 は床固工の現場打ち重力式とブロック積式の床固工本体工事の職種別作業員数を示す。各職種の合計工事作業員数は、ブロック積式が現場打ち重力式よりも約13%少ない179.1人となった。

各職種別では、土木一般世話役は、断面当たりの使用ブロック数が多いため、現場打ち重力式で必要な型枠設置・撤去等の作業員の減少よりも、ブロックの製作等で必要な作業員の増加が上回り、トータルで約28%増加する。また、普通作業員については、Bブロックは積み重ねるだけで上下段のブロックが噛み合い一体性を保つが、床固工本体の補強として写真-4に示すようにブロック同士を連結することとしたため、トータルで約15%増加する。その他の職種での傾向は3. 護岸工とほぼ同様の傾向であり、特殊作業員では約2.5倍の増加、型枠工では約98%の減少、とび工はゼロ、特殊運転手は約91%の増加、普通運転手は10.6人となる。

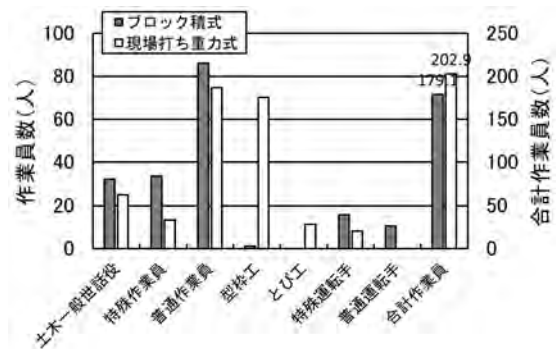


図-4 職種別作業員数（床固工）



写真-4 ブロック連結作業

4.2 ②施工期間

表-4 は現場打ち重力式とブロック積式の床固工の施工日数を示す。表では3. 護岸工と同様にブロックの製作期間の有無と対象範囲（本体のみ、または全体）を区別して示す。

（②-1）の床固工本体工のみの場合、足場・支保工等の仮設工、コンクリート打設及び養生期間が不要であるが、ブロック製作に伴う期間が約50日必要であるため、トータルで約2倍の施工期

表-4 施工期間（床固工）

		施工日数 (日)	比率 (%)*
②-1 ブロック製作期間を 含む場合	本体工のみ	現場打ち重力式	30.4
		ブロック積式	60.8
	全体	現場打ち重力式	135.1
		ブロック積式	133.2
②-2 ブロック製作期間を 含まない場合	本体工のみ	ブロック積式	24.7
	全体	ブロック積式	97.1

※現場打ち重力式の施工日数に対する百分率

間が必要となる。ただし、全体工事期間ではほぼ同等となる。また、ブロック製作を含まない場合（②-2）は、3. 護岸工と同様に有意に施工期間を短縮することができる。

4.3 ③工費

表-5 は現場打ち重力式とブロック積式の床固工の直接工事費を示す。表では、③-1として床固本体工のみの場合と、③-2として土工・仮設工等を含む全体工事費を区別して示す。

3. 護岸工と同様に、本体のみの場合（③-1）は、ブロックの製作・運搬・据付が必要となることに加え、ブロック同士を連結することとしたため、やや割高となる。一方、土工・仮設工を含む全体工事費（③-2）では、ブロック積式では、足場・支保工等の仮設工を必要としないため、ほぼ同等か、僅かにブロック積式の方が安くなる。

表-5 直接工事費（床固工）

		工事費 (千円)	比率 (%)*
③-1 本体工のみ	現場打ち重力式	9,990	-
	ブロック積式	11,244	112
③-2 全体	現場打ち重力式	15,684	-
	ブロック積式	15,286	97

※現場打ち重力式に対する百分率

4.4 ④建設機械

表-6 は現場打ち重力式とブロック積式の床固工の建設機械使用日数を示す（範囲は床固工本体に土工・仮設工等を加えた全体工事）。

表より、建設機械ごとの合計では、ブロック積式のほうが約5.4倍増加するが、4.1に示すように、作業員数は減少する。すなわち、ブロックを用いる工法では、建設機械が行う作業の割合が多くな

表-6 建設機械使用日数（床固工）

		使用日数 (日)	比率 (%)*
現場打ち重力式	コンクリートポンプ車	8.2	-
	コンクリートポンプ車	0.3	541
ブロック積式	ラフテレーンクレーン	31.5	
	トラック	12.6	

※現場打ち重力式に対する百分率

った結果、生産性が向上（＝作業員数が減少）するものと考えられる。

5. まとめ

本論文では、護岸工と床固工を具体例として、同一の機能を有する異なる構造（工法）の生産性を作業員数・施工期間・工事費・建設機械に着目して定量的に評価した。

その結果、工事現場で製作したブロックを用いた工法は、現場打ちコンクリートを用いた重力式構造よりも作業員数・施工期間ともに有意に低減することがわかった。これは、ブロックを用いる場合、特に高度な技術を必要とする「型枠工」「とび工」の大幅な低減が図れ、また、これらの工種の低減により、資材の調達や搬入が簡素化され、施工期間も短くなることによる。

一方、工事費は護岸工・床固工ともに、本体工のみの工事費はブロックのほうがやや高くなるが、土工・仮設工等を含む全体工事費では両者はほぼ同等か、ブロックが僅かに安くなる。

また、付加的な評価として、i-Constructionの取り組みのひとつである“施工時期の平準化”に基づき、工事期間よりも前もってブロックを製作しておく場合を想定して評価を行うと、施工期間がさらに低減できることがわかった。

したがって、ブロックを用いた工法は、現場打ちコンクリートを用いた重力式工法と比較して、同一の機能・工費であるものの、作業員や施工期間が少ない“生産性の高い”工法であると評価できる。このような評価はICT技術を利用した建設機械等と同様、i-Constructionの目標である“生産性の向上”に寄与できる手法であると考えられる。

ただし、一般的に生産性は施工規模と密接に関連しており、特に施工規模が小さい場合はブロックを用いた工法は生産性（現場打ち重力式と比較した場合の作業員数・施工期間）向上の効果が小さい傾向にある。本研究で行った評価を普及できる技術とするためには、施工規模と生産性の関係性をさらに明らかにしていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省（2016）「建設施工・建設機械」、
<<http://www.mlit.go.jp>>
- 2) 平伴齊・山口和哉・岸寛人：水中作業におけるコンクリートブロック据付支援システムの開発、平成27年度、「建設施工と建設機械シンポジウム」論文集・梗概集、pp.151-154、2016。
- 3) 一般財団法人建設物価調査会発行、国土交通省土木工事積算基準、平成22年度版・平成28年度版
- 4) 一般財団法人建設物価調査会発行、建設物価、平成28年6月号