

〈 海外におけるサンドバイパス先進事例について 〉

Precedents on sand bypass in overseas counties

業務名	サンドバイパス現地調査とりまとめ (15-566)
委託者	(株)アイ・エヌ・エー
担当者	(沼野 祐二) 我原弘昭、佐々木崇之

Site investigations were carried out as to several precedents on sand bypass system still in operation in overseas countries. Mechanism, property of system and operation conditions of each precedent were clarified and in addition, the subjects to be considered when applying in Japan were summed up.

Key words : littoral drift, eroding beach, accreting beach, port sediment, sand bypass

1. 調査の目的

本調査は、昨今、日本国内で導入が検討され始めているサンドバイパスシステムについて、海外において過去に導入されて実績のあるシステムの概要について現況を調査するとともに、それらのシステムの日本国内への適用性について検討を加えることを目的とした調査である。

2. 調査の方法

2.1 調査箇所の選定およびシステムの概要

調査箇所の選定にあたっては、試行的に現場においてサンドバイパスシステムを実施したものや、従来より日本で行われている浚渫船や土砂運搬船による海上輸送によるサンドバイパスシステム実施例については、除外することにした。また、サンドバイパスシステム導入後、現在においても稼働しているものを対象にするものとした。選定した調査実施箇所およびシステムの概要を表-1に示す。

表-1 調査実施箇所

場所		システムの概要
アメリカ合衆国	デラウェア州	移動式クレーンによるジェットポンプ + パイプライン方式
	Indian River Inlet	
	フロリダ州	旋回ブームを持つ固定式ポンプ + パイプライン方式
South Lake Worth Inlet		
オーストラリア	クイーンズランド州	棧橋設置型固定式ポンプ + パイプライン方式
	Nerang River Entrance	
	ニューサウスウェールズ州	
	Tweed River Entrance	移動式スラリートラック + パイプライン方式
	ウエスタンオーストラリア州	
Dawesville Cut		

2.2 サンドバイパスシステムの分類

サンドバイパスシステムは、土砂の採取部分、採取した土砂の運搬部分、および運搬した土砂の排出部分から構成されるシステムである。選択した各調査地点におけるサンドバイパスシステムについて、これらの構成要素のうちで土砂の採取部分および採取場所の違いに着目して表-2のように分類した。

表-2 土砂の採取部分および採取場所の違いによる分類

分類	土砂採取部分	採取場所	実施箇所
(1)	固定式	海底の地中より採取	Nerang River Entrance
			Tweed River Entrance
(2)		海底の表層より採取	South Lake Worth Inlet
(3)	移動式	海岸の表層より採取	Indian River Inlet
			Dawesville Cut

3. 主な調査結果

土砂の採取部分および採取場所の違いによって分類した各サンドバイパスシステムの特徴を以下に示す。

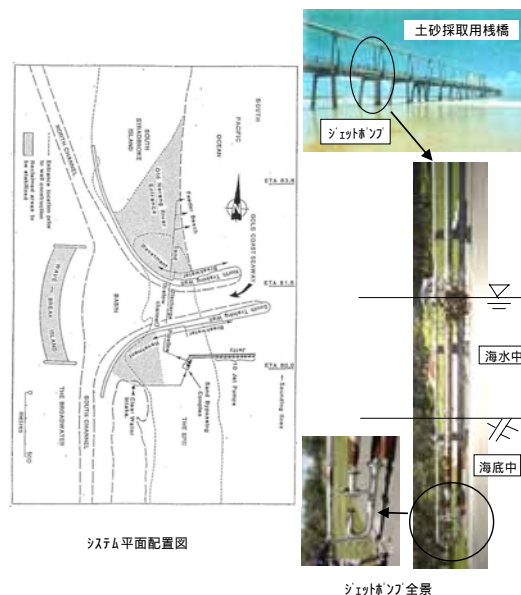
3.1 固定式（海底、地中採取方式）: Nerang River Entrance, Tweed River Entrance

本方式は、内水面と外海を結ぶ水路の水深維持および水路位置の固定のための導流堤設置によって沿岸漂砂を遮断したために発生した漂砂のアンバランスを解決するために導入されたものであり、漂砂上手側から海岸での侵食が生じている漂砂下手側へ土砂を人為的に移動するものである。土砂の採取・運搬・排出方法は、堆積海岸側の海底の地中にジェットポンプを設置し、地中の土砂をジェット水流によって攪拌・流動化すると同時にジェット水を循環させた水流に連行させる方法によって土砂をピットに吸い上げ、その後、排出用のポンプ動力によって土砂排出管を通じて土砂を侵食海岸側に圧送するものである。

ここでは、Nerang River Entrance での事例について紹介する。

システムの構成要素： 導流堤（水路両端）、海浜陸側より沖へ向かった栈橋、ジェットポンプ、給水管、給水用ポンプ、排出夾雑物除去用ピット、土砂排出管、排出用ポンプ、ポンプ室、電力設備

システムの外観：

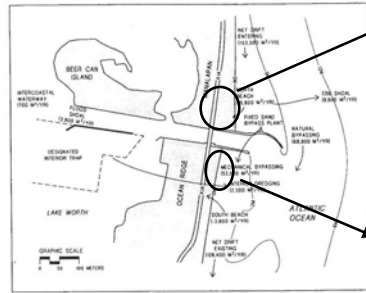


3.2 固定式（海底，表層採取方式）: South Lake Worth Inlet

本方式も、固定式（海底，地中採取方式）と同様の目的によって導入されたシステムである。固定式（海底，地中採取方式）との違いは、採取方法が伸縮可変で旋回するブーム長により採取範囲が限定されており、海底の表層から Suction-pump によって土砂を採取するシステムである。

システムの構成要素：導流堤（水路両端）、伸縮可変・旋回式ブーム、Suction-pump、給水管、給水用ポンプ、土砂排出管、排出用ポンプ、ポンプ室、燃料

システムの外観：



システム平面配置図



採取部分（固定式・ブーム伸縮・旋回可）



土砂排出状況

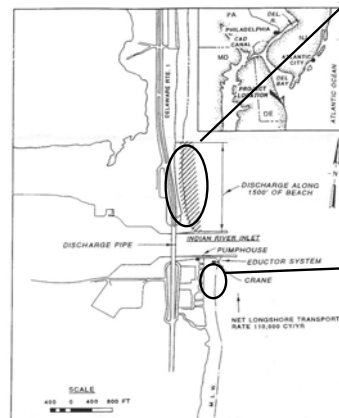
3.3 移動式（海岸，表層採取方式）: Indian River Inlet, Dawesville Cut

本方式も固定式（海底，地中採取方式），固定式（海底，表層採取方式）と同様の目的によって導入されたシステムである。固定式（海底，地中採取方式）や固定式（海底，表層採取方式）との違いは、採取場所が海岸の汀線際で、採取方法が移動可能なクローラークレーンを用いたジェットポンプによる方法や（Indian River Inlet），移動可能な施工機械（スラリートラック）を用いた Suction-pump による方法（Dawesville Cut）を用いることである。

(1) Indian River Inlet

システムの構成要素：Indian River Inlet：導流堤（水路両端）、ジェットポンプ、クローラークレーン、給水管、給水用ポンプ、土砂排出管、排出用ポンプ、ポンプ室、燃料

システムの外観：



システム平面配置図



排出部（埋没）



排出口1 排出口2
排出管設置状況



採取状況（クレーン：移動可）



ジェットポンプ（移動式）

(2) Dawesville Cut

システムの構成要素：

Dawesville Cut：導流堤（水路両端）、スラリートラック、パワーショベル、給水管、給水用ポンプ、土砂排出管、排出用ポンプ、燃料。

システムの外観：



排出状況



異物除去状況



サンドバイパス用施工機械（スラリートラック：移動可）

3.4 各サンドバイパスシステムのまとめ

調査を行った各サンドバイパスシステムについての特徴を表-3にまとめた。内容は、システムの概要、システムの各構成要素の内容、周辺環境への影響、稼働時期、維持管理体制、初期建設費、維持管理費について示した。

表-3 サンドバイパスシステムのまとめ

システム区分	適用箇所	概要	採取部分		運搬部分		排出部分		排出部付近への環境影響		稼働期間	維持管理体制	初期建設費	維持管理費
			採取方法	採取箇所	運搬方法	敷設箇所、延長	排出方法	排出箇所	管からの騒音、振動	配属すべき動植物等				
固定式 (海底、地中)	オーストラリア東部: Nerang River Entrance (1986~)	パイパス土量:50万m ³ /年、底質特性:0.2~0.3mm、採取能力:80m ³ /h/台、システムが有効に機能しており水路内の淤滞は実施されていない。	jet-pumps(総数10台、4~5台/運転時)	橋脚直下(固定)、水深4~5m、海底下5~6m、採取後、すり鉢形状	管路(非圧力管):採取~750m、圧力管:スラット~排出地点	地表、土中、1.3km	自然排出、排出高さ:満潮面高さ	1箇所:排砂浜、波打ち際	なし	なし	平日(夜間)10時間(運転)	オペレータ、作業員で4人	橋脚、サントリルハス、174.8.2億円(1987)	5600万円/年(電気代:1440万円、燃料:炭:895万円、修理:37万円、3245万円)、110円/m ³ (94~96平均)
	オーストラリア東部: Tweed River Entrance (2001~)	パイパス土量:50万m ³ /年、底質特性:0.23mm、排出量:1440m ³ /h/台、高濃度流堤が短いため水路内での淤滞も実施。	jet-pumps(総数11台、4~5台/運転時)	橋脚直下(固定)、水深4~5m、海底下5~6m、採取後、すり鉢形状	管路(非圧力管):採取~750m、圧力管:スラット~排出地点	地表、土中、1~2km	自然排出、排出高さ:満潮面高さ	1箇所:岩場、波打ち際	なし	なし	365日(夜間)	オペレータ、作業員で4人	橋脚、サントリルハス、174.8.2億円(2000)	31.5億円/25年(1.26億/年)(電気代、人件費、修理費)代、250円/m ³ 、月毎出来高払い
固定式 (海底、表層)	アメリカ南部: South Lake Worth Inlet, Florida(1937~)	パイパス土量:5.4万m ³ /8ヶ月(年間漂砂量15.9万m ³)、底質特性:0.3mm、採取能力:110m ³ /h/台、伸縮、旋回するブームにより採取範囲が限定される。	suction-pump(1台)、Jet-水供用(底質攪拌用)	ブーム(約10m)伸縮、旋回、表面採取	管路(圧力管):採取~排出地点	地表、土中、400m	自然排出、排出高さ:1m位	1箇所:排砂浜、波打ち際	なし、海	夏期の海水浴客、平日(昼間)	9月~翌4月(北東から来襲後、平日)	オペレータ、作業員で3人	不明	460円/m ³ (2003)
	アメリカ北東部: Indian River Inlet, Delaware(1930~)	パイパス土量:8万m ³ /9ヶ月、底質特性:0.4mm、採取能力:max250m ³ /h/台、汀線に沿って移動可能、Jet-pumpを海底中に挿入して採取。	jet-pump(1台)、クローラー	運送堤上手側(移動)、海岸汀線部、採取後:すり鉢形状	管路(圧力管):採取~排出地点	地表、土中、460m	自然排出、排出高さ:干潮面高さ	1箇所:複断面所切、排砂、波打ち際	なし、海	営業時期(3月~8月)の干鳥(陽鳥)、夏期の観光客	9月~翌5月の平日(昼間7時~)	オペレータ、作業員で3人	サントリルハス、174.8.2億円(2001)	2500万円/年、280円/m ³ (1995)
移動式 (海岸、表層)	オーストラリア西部: Dawesville Out (1996~)	パイパス土量:8.5万m ³ /4ヶ月、底質特性:細砂、目、海蒸、転石あり、採取能力:225m ³ /h/台、汀線に沿って移動可能、システムが有効に機能しており水路内での淤滞は実施されていない。	jet-pump(1台)、クローラー	運送堤上手側(移動)、海岸汀線部	管路(圧力管):採取~排出地点	地表、海底面、1km	自然排出、排出高さ:1~2m	1箇所:排砂浜、波打ち際	なし	なし	4ヶ月、平日(昼間6時間)	オペレータ、作業員で1人、監督1人	不明	280円/m ³ (1997)、月毎出来高払い(企業利益込み)

4. 成果の活用

過去に海外において建設されたサンドバイパスシステムのうち、現在においても稼働されている事例を調査し、各工法について日本での漁港周辺での適用性について検討した。その結果は表-4の通りである。

漁港の規模、漁港周辺の沿岸漂砂量、漂砂移動特性、採取場所（航路部、海岸部）、採取範囲などの現地条件によって各工法の適用性が決まると考えられるが、ここでは、一般論として各工法の漁港への適用性について取りまとめた。また、各工法とも直接、土砂を海水とともに海岸に排出することから、実施する際には、排出土砂が周辺海域に与える影響を評価した上で、実施していくことが必要になると思われる。

表-4 採取方法の違いによる漁港への適用性

土砂採取部分	採取場所	採取方法	システム適用場所(土砂採取場所)		
			漁港港内	漁港港外(港内流入土砂低減)	堆積海岸
固定式	海底で地中より採取	ジェットポンプ	:ただし棧橋以外の構造による採取部分の固定方法必要	:棧橋による採取部分の固定必要	
	海底で表層より採取	Suction-pump	:ブームの作業範囲のみ可	×:防砂堤必要。かつブームの作業範囲のみ可	
移動式	海岸で表層より採取	ジェットポンプ	×:水中での作業不可	×:水中での作業不可	
		特殊施工機械	×:水中での作業不可	×:水中での作業不可	