

人工干潟の地形安定化工法に関する現地実験 —阪南 2 区干潟創造実験—

片倉徳男¹・高山百合子²・上野成三³
勝井秀博⁴・林 文慶⁵・田中昌宏⁶
新保裕美⁷・古川恵太⁸・岡田知也⁹

沿岸域の環境創造・再生を目的とした人工干潟の造成が全国で行われているが、沿岸域に造成される人工干潟は波浪などによる侵食、堆積や圧密沈下により地形が変化することが問題となっている。本研究は人工干潟に適した環境創造効果と地形安定化効果が両立した地形安定化工法の開発を目的として大阪湾阪南 2 区人工干潟において現地実験を実施し、干潟のレベル測量、圧密沈下計測から波浪と圧密による地形変化を分離し、干潟地形変形量と地形安定化工法の評価、および、生物生息効果の検討を行った。人工干潟は圧密沈下の過程にあり、人工干潟に流入する波向きを反映した波による地形変化となった。地形安定化工法は明確な特性を明らかにされなかったが多数の生物生息空間を創出する効果が確認された。

1. はじめに

沿岸環境の創造・再生を目的とした人工干潟の造成が全国で行われている。人工干潟は、盛り立てた浚渫土の表面に覆砂を行い所定の水深、勾配を確保する工法が採用される場合が多い。しかし、沿岸部に造成される人工干潟は、波浪による侵食・堆積や造成後の圧密沈下などにより、地形が変化することが問題となっている。特に軟弱な浚渫土を用いた人工干潟は、粘性土である浚渫土の圧密沈下と波浪による地形変化が同時に発生する複雑な地形変化特性を示すため、有効な地形変化防止対策を講じることが困難である。従来の海岸侵食対策工にはブロック、シートなどを用いた工法があるが、生物生息環境を創出することが目的の人工干潟への対策工としては、生物や環境への配慮に欠ける。そのため、従来の海岸侵食対策工を、そのままの形で人工干潟の地形変化防止対策として適用するには問題がある。そこで、本研究は人工干潟に適した環境創出効果と地形安定化効果が両立した地形安定化工法を考案し、大阪湾阪南 2 区人工干潟で現地実験を実施し、圧密沈下による地形変化と波浪による地形変化を分離したうえで、地形安定化工法の効果を評価した。また、地形安定化工法の生物生息効果も検討した。なお、本研究は国土技術政策総合研究所が中心となって進めている「都市臨海部に干潟を取り戻すプロ

ジェクト(阪南 2 区干潟創造実験)」の一環である(古川ら, 2005)。

2. 阪南 2 区干潟創造実験の概要

阪南 2 区人工干潟は、大阪府港湾局が岸和田市沖で実施中の総面積約 142 ha の埋立事業(阪南 2 区整備事業)のうち 5.4ha を占め、「大阪湾再生行動計画 (2004)」で、一般市民が身近に体感・実感でき、かつ、広く一般に PR できる場の一つに位置付けられている。この人工干潟をフィールドとして、平成 15 年度より国土総合政策技術研究所が中心となった産官学共同プロジェクト「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト(阪南 2 区干潟創造実験)」が進められ、干潟、海藻・海草場、ヨシ原が持つ海水浄化機能や生物生息機能などを再生・強化する自然再生技術の確立を目指した様々な研究が行われている。阪南 2 区干潟創造実験の実施体制は、国総研が中心となり、国土交通省近畿地方整備局、独立法人港湾空港技術研究所、大阪市立大学、大阪府港湾局・環境農林水産部、大阪府立水産試験場、堺 LNG 株式会社、大成建設株式会社、鹿島建設株式会社、五洋建設株式会社、東洋建設株式会社が参画する産官学の共同研究プロジェクトである(田中・上野, 2006; 林ら, 2006)。

3. 地形変化安定化工法の選定および評価方法

(1) 内 容

波浪・流れによる人工干潟の地形変化を軽減する 9 種類の工法を考案し、造波機付きの小型水路(L8.0 m, W0.2 m, D0.3 m)により確認した地形安定効果と、従来の侵食防止工で十分に考慮されていない生物生息効果を重視して、砕石を用いた多数の空隙を有するフィルターユニット FU、転石ブロック、自然素材を主体とした竹沈床の、3 種類の材料・工法を選定した。次に阪南 2 区

1 正 会 員	大成建設技術センター主任研究員
2 正 会 員	大成建設技術センター研究員
3 正 会 員 工博	大成建設技術センターチームリーダー
4 フェロー 工博	大成建設技術センター部長
5 正 会 員 学術博	鹿島建設技術研究所主任研究員
6 フェロー 工博	鹿島建設技術研究所上席研究員
7 正 会 員	鹿島建設技術研究所研究員
8 正 会 員 工博	国土技術政策総合研究所室長
9 正 会 員 工博	国土技術政策総合研究所主任研究員

人工干潟の実証実験区に材料を設置し、実証実験区を含む干潟域で、レベル測量、圧密沈下量の計測(事業者、施工者からの提供)、風速、波浪計測を行い、実証実験区における地形変化を評価した。また、地形安定化工法周辺の底生生物を調査し、生物生息効果を検討した。

(2) 材料・工法の仕様

a) フィルターユニット

FUの仕様と材料を表-1に、設置状況を写真-1に示す。15m×15mの実験区に碎石を入れたFUを約80cmの間隔で324個を敷設した。

表-1 フィルターユニットの仕様

項目	仕様
1個あたりの寸法(縦×横×厚さ)	0.5×0.35×0.1m
1個あたりの重量	30kg
被覆率(15m×15m)	25%
敷設個数(15m×15m)	324個



写真-1 フィルターユニット

b) 転石ブロック

転石ブロックの仕様と材料を表-2、写真-2に示す。転石ブロックは比重2.2と比重2.6の2種類の比重の材料をコンクリートで製作し、15m×15mの実験区に、約60cmの間隔で各315個ずつ、計630個を敷設した。

表-2 転石ブロックの仕様

項目	仕様
1個あたりの寸法(直径×厚さ)	直径0.34×0.08m
1個あたりの重量	14.5kg(比重2.2) 17.0kg(比重2.6)
被覆率(15m×15m)	25%
敷設個数(15m×15m)	630個



写真-2 転石ブロック

c) 竹 沈 床

竹沈床の仕様と材料および構造を表-3、写真-3、図-1に示す。竹沈床は長さ4mの竹11本を1ユニットとしたものを15m×15mの実験区に、28ユニットを敷設した。なお、竹沈床の浮力を低減するため、錘として竹の両端に異形棒鋼を挿入し、各節間に約5mmの孔を空けた。

表-3 竹沈床の仕様

項目	仕様
太さ×縦×横(竹1本あたり)	直径0.06×2×4m
竹の設置間隔(1ユニットあたり)	0.2m
1ユニットの使用本数	11本
1ユニットの重量(錘含む)	100kg
被覆率(1ユニットあたり)	30%
敷設個数(15m×15m)	28ユニット

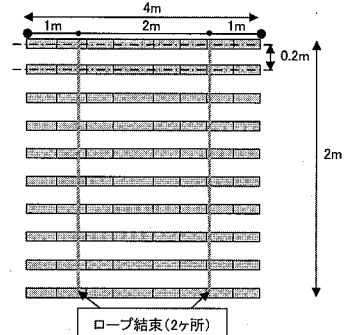


図-1 竹沈床の構造 (ユニットあたり)

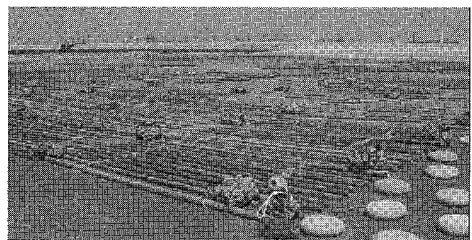


写真-3 竹 沈 床

(3) 実験場所および実証実験区の配置

阪南2区人工干潟の中仕切堤東側に15m×15m×5区の実証実験区を設置した(図-2)。実験区は軟弱な浚渫土の上に生分解性シートを敷設し、その上に約0.4~2.0mの覆砂を行い、干潟地形を造成している(図-3)。なお、造成完了時期は2004年3月である。実証実験区の規模は一つの工法につき15m×15mとし、3工法の実験区を並べ、比較区として南北に対象区を設定した(図-4、写真-4)。また、人工干潟に及ぼす波浪の影響、風の影響を評価するため、St.1に波向・波高計(AWH-16M)を、設護岸上に風速計(R. M. Young

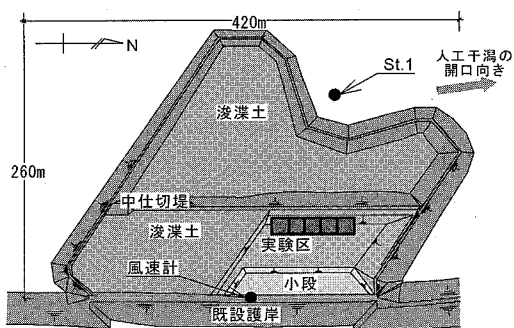


図-2 実験区の位置

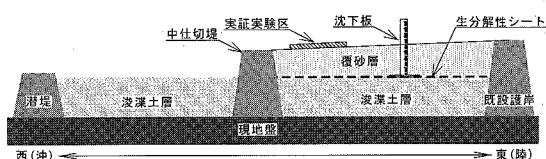


図-3 干潟の断面概要図

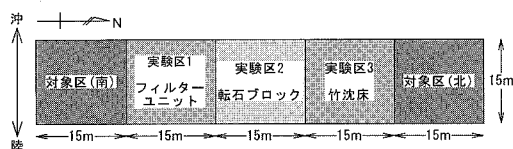


図-4 実験区の配置

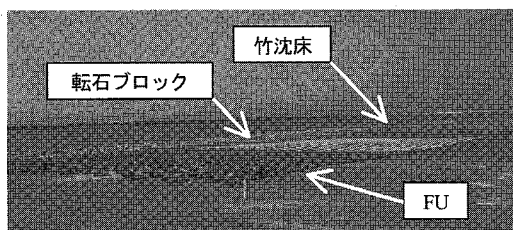


写真-4 材料設置状況

Co.model 03001-5) を設置した。

(4) 地形変化量の評価

波浪と圧密による地形変化を分離した地形変化量の評価を行うため、地表面のレベル測量と圧密沈下量の計測を、2004年5月から2005年3月までの10ヶ月間実施した。レベル測量は中仕切堤より東側の実験区と小段を含む干潟全域について5m間隔(114点)で、さらに、実証実験区内は2m間隔(96点)で高密度に行った。圧密沈下量は阪南2区人工干潟造成時に、生分解性シート上に設置された沈下板の測量結果(20m間隔、全37点)を用いた(図-3)。なお、沈下板の測量結果は阪南2区干潟創造実験の共同研究者である堺LNG株式会社の計測結果

を併用した。そして、地形変化量と圧密沈下量の差から波による地形変化量を算出した。

4. 結果

(1) 干潟の地形変化

図-5、図-6にレベル測量の結果を干潟レベルの分布図として示す。2004年5月の干潟レベルの平均高はD.L.+1.32mであるが、2005年3月にD.L.+0.95mと干潟レベルが平均約0.37m低下しており、干潟は全体に沈下の過程にある。図-7にレベル測量の差を分布図として示す。地形変化の特徴として、小段より沖でほぼ一様な低下傾向、小段北西角(A点)で最大90cmの低下の傾向、小段の南側で既設護岸に沿ってレベルの減少量が少ないことがあげられる。

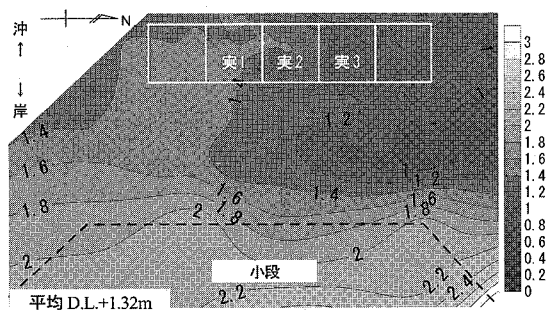


図-5 干潟レベルの分布 (2004年5月)

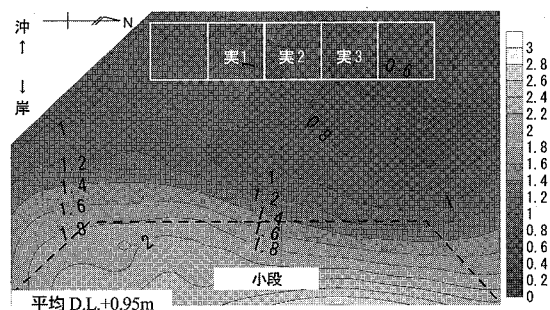


図-6 干潟レベルの分布 (2005年3月)

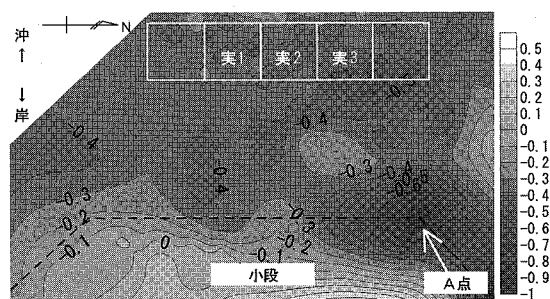


図-7 干潟レベルの差 (高低差) の分布

(2) 干潟の圧密沈下

図-8、図-9に沈下板の測量結果から算定した、生分解性シート天端高の分布を示す。生分解性シートは干潟の基盤である浚渫土層上に敷設されていることから、シート天端高の変化は圧密沈下を示すものである。2004年5月のシート天端高の平均はD.L. +0.67mであるが、2005年3月にD.L. +0.38mと地盤高が平均で約0.3m低下しており、当初設計の範囲内の圧密沈下の過程にある。図-10にシート天端高の差の分布図を示す。シート天端高は最大で約50cmの沈下がみられ、圧密沈下は沖側で大きく、岸側で小さい傾向である。シート上への覆砂厚さは既設護岸が最も厚く、中仕切堤で最も浅いため、圧密沈下が岸側ほど早期に進行し、本計測時は岸側の圧密沈下が既に進行した時点であったためと考えられる。

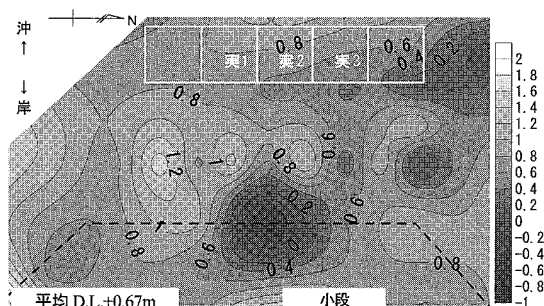


図-8 シート天端高の分布 (2004年5月)

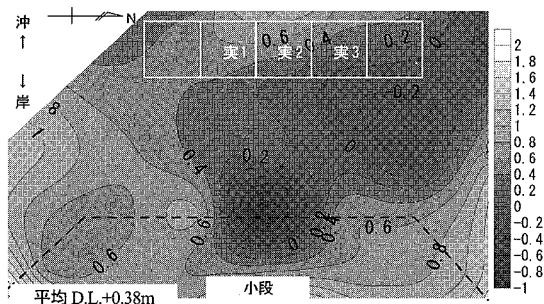


図-9 シート天端高の分布 (2005年3月)

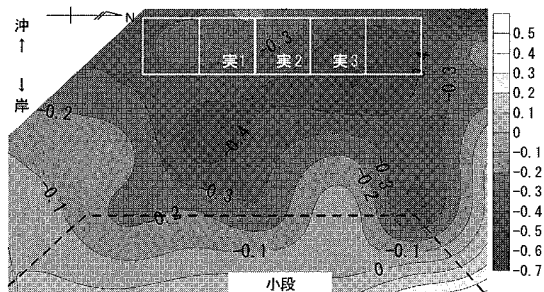


図-10 圧密沈下量の分布

(3) 波による地形変化

干潟レベルの差と圧密沈下の差から、波による地形変化の差を算出した。図-11に波による地形変化量の分布を示す。波による地形変化分布は小段北西角で最大約0.5mの侵食が発生しているが、全体傾向として沖側の変化は±5cm以内と非常に小さい増減量である。

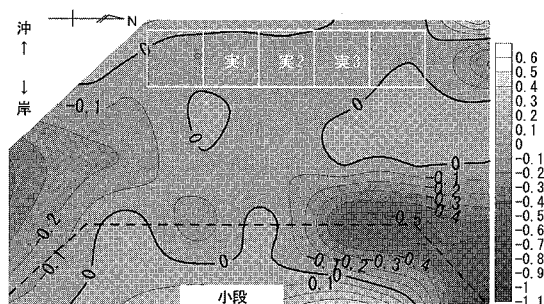


図-11 波による地形変化量の分布

(4) 風波の影響

図-12に2004年6月20日から8月11日にかけての風速と波高・波向の計測結果を示す。干潟に作用する波浪は、平均的に有義波高が0.1m以内と非常に小さい。有義波高の最大は0.24mであるがこのイベントは風速が10mを超過する日と一致している。波向きは阪南2区人工干潟が開く方向と同じ北を中心としている。したがって、常時の波による地形変化量は小さいが、小段北西角の侵食などは、北方向から進入する波の影響を反映している。また、実証実験区は、近接した中仕切堤の遮蔽効果により波の影響が小さく、地形変化が少ない。

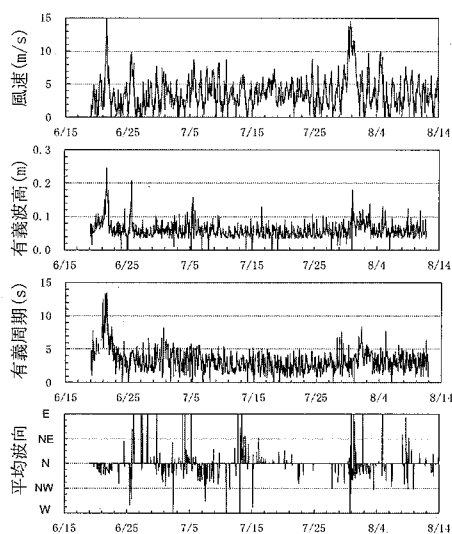


図-12 風速、有義波高、有義周期、平均波向きの経時変化 (2004年6月20日～8月11日)

(5) 地形安定化工法の効果

各工法と対象区の波による地形変化量の平均を図-13に示す。実験区の波による地形変化量は、人工干潟の沖側全体の地形変化量の傾向と同様に、いずれも10 cm以下と非常に小さく、FU、転石ブロック、竹沈床の順で小さくなった。この結果は、一見するとFUの地形安定化効果が優れていると解釈しがちであるが、対象区の侵食量を比較すると北部が大きく南部が小さいことから、実験区は北部侵食、南部堆積という特性がある。したがって、各工法の地形変化は実験場固有の特性を反映していると解釈できる。今後は、明らかな侵食・堆積を計測するために長期のモニタリングを行い、各工法の地形安定化特性を検討することが必要である。

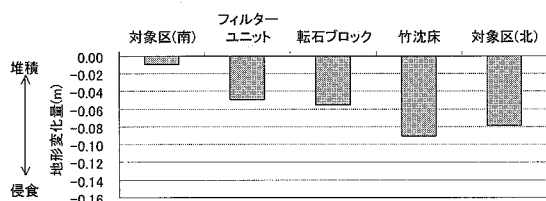
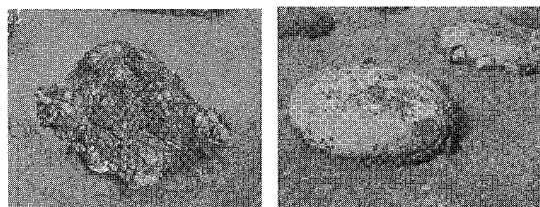


図-13 実験区における波による平均地形変化量(10ヶ月間)の比較

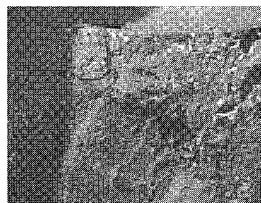
(6) 地形安定化工法の生物生息効果

地形安定化工法では、多数の空隙を有するFU、転石ブロックおよび竹沈床で、多種・多数の底生生物を確認した。全ての転石ブロックでは、カニ類やゴカイ類が生

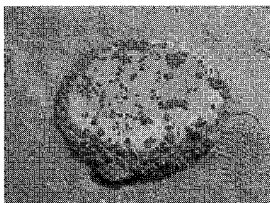


フィルターユニットFU

転石ブロック(表面)



転石ブロック(裏面)



転石ブロック(表面)

写真-5 材料への生物生息状況

息しており、また、FUにもカキ類、フジツボ類が付着し空隙をカニ類が住処としている(写真-5)。したがって、これらの工法が砂質土を主体とする人工干潟に新たな生物生息空間を創出していることを実証した。

5. 結 論

本研究では、大阪湾阪南2区人工干潟において、人工干潟に適した環境創出の効果と地形安定化効果をねらった地形安定化工法に関する現地実験を実施した。現地実験では、干潟のレベル変化、圧密量の計測と風速、波浪調査を2004年5月から約10ヶ月間実施し、波浪と圧密による地形変化を分離した地形変化量を求めて地形安定化工法について評価するとともに生物生息効果の検討を行った。主な結論を以下にまとめる。

- ①干潟のレベル測量の結果、約10ヶ月間で人工干潟のレベルが干潟全体の平均で約0.37 m低下しており、干潟は沈下の過程にあった。なお、この沈下量は当初設計の範囲内にある。
- ②干潟の圧密変化は干潟の沖側で大きく、岸側で小さい傾向を示した。
- ③干潟レベルと圧密変化の差から波による地形変化を算出した結果、干潟の全体傾向として、沖側の変化量は非常に小さくなった。
- ④北向きに開口する人工干潟には、北方向から波が流入しており、これを反映した地形変化が生じている。
- ⑤地形安定化工法の効果は、干潟全体の地形変化パターンに隠されており、調査期間中に地形安定化特性を明らかにすることができなかった。今後はより長期のモニタリングにより地形安定化特性を検討することが必要である。
- ⑥生物生息効果を重視した地形安定化の材料を使用した結果、多数の生物生息空間が創出していることを実証した。

参 考 文 献

- 古川恵太・岡田知也・東島義郎・橋本浩一(2005): 阪南2区における造成干潟実験—都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト—, 海洋開発論文集, 第21巻, pp. 659-664.
- 田中昌宏・上野成三(2006): ウェットランド(沿岸環境)の再生技術, 土木技術, 61巻1号, pp. 47-52.
- 林文慶・田中昌宏・新保裕美・高山百合子・片倉徳男・上野成三・勝井秀博・古川恵太・岡田知也(2006): 淡水供給が雨水のみの海岸におけるヨシ移植実験—阪南2区干潟創造実験—, 海工論文集, 第53巻, pp. 1186-1190.