

第2会場

第IVグループ

消波・被覆ブロック（アクアリーフ・ペルメックス）による環境共生

株式会社不動テトラ	ブロック環境事業本部	○廣瀬	紀一
	ブロック環境事業本部	柴田	早苗
	ブロック環境事業本部	青田	徹
	ブロック環境事業本部	西田	耕一
	ブロック環境事業本部	萩原	照通

1 はじめに

1990年代半ば頃から環境へ配慮する意識が高まり、港湾構造物においてもその築造にあたって、環境や生物に配慮することが求められるようになった。現在では、「自然共生型海岸づくり」が進められる等、「環境・生物との共生」は建設工事でのキーワードの1つとなっている。

離岸堤や潜堤などに用いられる消波・被覆ブロックには海藻類が着生し、藻場が形成されることは従来から知られているが¹⁾、元来、海藻類の着生を考慮したものではない。そこで、消波効果等の本来の機能に加え、より多くの海藻類が着生し、魚類などの動物が生息できる環境を提供することを目的とした環境共生型の消波・被覆ブロックの開発を行った。これまでに全国各地で施工されてきており、富山県富山海岸および新潟県両津港海岸の人工リーフにおいて、現地施工後の効果調査を行い、良好な効果を確認したので、その結果について報告する。

2 富山県富山海岸（浜黒崎地区）人工リーフにおける調査

2.1 富山海岸（浜黒崎地区）の概要

富山海岸（浜黒崎地区、図-1）では、侵食対策事業として国土保全を目的に海岸防護と海浜の安定を図るための人工リーフの施工が平成19年度より開始され、1基目が平成21年度に完成した。この人工リーフには、藻場の形成や魚礁機能などの環境共生効果の発揮を期待する人工リーフ用ユニット（アクアリーフ）が使用されている。



図-1 富山海岸位置図

2.2 アクアリーフの特徴

海藻類は、種に応じて適した水深帯に分布する。一般に、人工リーフ天端面の水深は一定であり、海藻類の着生水深帯に天端水深が一致すれば、海藻類の着生が望めるが、天端水深が一定であることから生物相は単調であることが予想される。また、捨石を被覆してしまうため、捨石上へは太陽光が到達せず、海藻類の着生は望めない。そこで、水深方向に部材を配置し、さらには大きな空隙を設けることで生物の多様性を高くすることを目標としたアクアリーフ

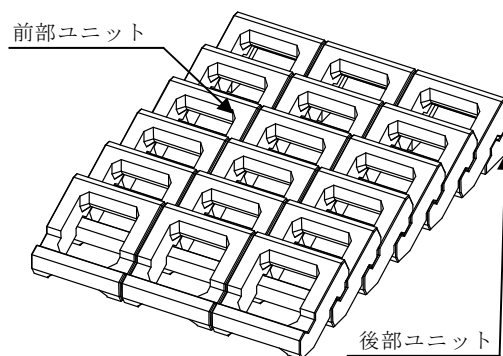


図-2 アクアリーフ

(図-2)を開発した。

アクアリーフは前部ユニット(10.08t)と後部ユニット(5.96t)からなり、ユニットを斜めにかみ合わせて堤体を構築するので、全体が一体となり安定性が高く、堤体の天端はノコギリ状となり、ユニット内部の空隙とあわせて伝達波が低減される²⁾。ユニットの表面積が多く、稜線が長いので、コンブ科海藻が着生しやすく、また、捨石マウンドにもユニットの開口部により太陽光が届くので海藻類の着生が期待できる。さらに形成される空間が魚礁効果を発揮するなどの特徴を有する。

2.3 調査実施時期

人工リーフは平成19年度より施工が開始され、平成21年度に完成している。効果調査は平成20年度より行っている。第1回調査は平成20年7月24日、第2回調査は平成21年4月13日、第3回調査は平成22年6月8日、第4回調査は平成23年6月7日に実施した。

2.4 調査方法

各回の調査では、経年変化と新規に入植する海藻を把握するために、3本の調査測線を設定した(図-3)。測線1は西側堤体端部、測線2は平成19年度施工部分の堤体中央であり、測線3は各年度の東側堤体端部とした。

各測線の沖側、中央付近、岸側のブロックにおいて、着生している海藻類の目視観察を行い、写真撮影を行った。

2.5 調査結果

各回の調査で主に観察された海藻類を表-1に示す。

2.5.1 測線1・測線2の調査結果

第1回調査では、アオサ類やフクロノリなどの小型の海藻類が優占していた。植生に測線による大きな差は見られなかった。第2回調査では第1回調査より海藻類の出現種類数が増えている。ブロック上ではコノハノリ類、ハバノリなどが多く観察され、捨石マウンド上にはワカメなどが見られた。第3回調査ではワカメ、ハバノリ、カギケノリなどがブロック上、捨石マウンド上で見られた。第4回調査ではブロック上、捨石マウンド上にワカメ、マクサ、ツルツルが多く見られた(写真-1)。

第2回調査から第4回調査にかけて、人工リーフの岸側で沖側より比較的海藻類の着生量が多いことが観察された。人工リーフ上での波当たりの違いが影響している可能性が考えられる。

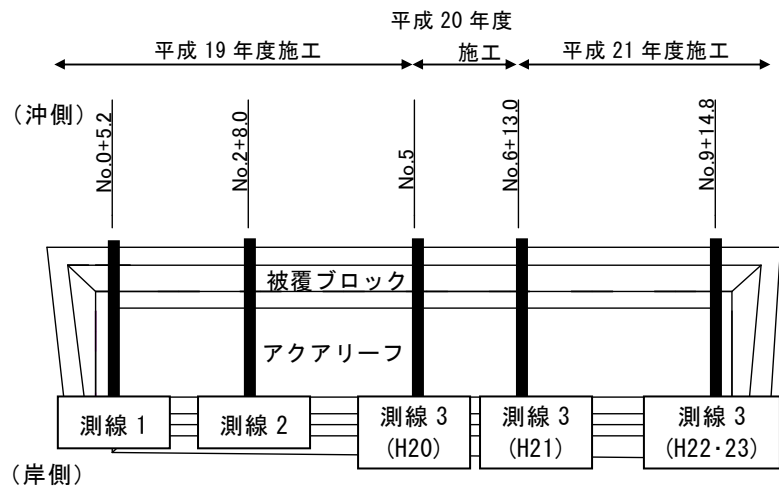


図-3 調査測線



写真-1 アクアリーフ上のワカメ(第4回調査)

施工から約3年7ヶ月を経過した第4回調査でも大型で多年生の海藻は見られていないものの、第2回調査以降、植生に大きな変化が無いことから、この海域の極相に達しているものと考えられる。

2. 5. 2 測線3の調査結果

測線3は、第4回調査の施工後約1年6ヶ月を除いて、施工から約6ヶ月後の施工端部である。いずれの調査においても、施工からの経過日数が

表-1 主に観察された海藻類

	測線1			測線2			測線3
	沖側	中央	岸側	沖側	中央	岸側	
第1回調査	アナアオサ ツルツル	アナアオサ	アナアオサ	アナアオサ オオムカデノ リ	アナアオサ	アナアオサ オオムカデノ リ	アナアオサ フクロノリ ツルツル
第2回調査	アオサ類 ハバノリ ワカメ サンゴモ類 マサゴシバリ コノハノリ類 フジマツモ類	アオサ類 ハバノリ ワカメ サンゴモ類 フジマツモ類	アオサ類 アミジグサ サンゴモ類 カギケノリ類 マサゴシバリ	ハバノリ ワカメ サンゴモ類 アミジグサ	ハバノリ ワカメ サンゴモ類 アミジグサ	ハバノリ ワカメ サンゴモ類	アオサ類 サンゴモ類 ムカデノリ類
第3回調査	アオサ類 ハバノリ ワカメ サンゴモ類 マサゴシバリ フジマツモ類	アオサ類 ハバノリ ワカメ サンゴモ類 マサゴシバリ フジマツモ類	アオサ類 ワカメ サンゴモ類 マサゴシバリ フジマツモ類	ハバノリ ワカメ サンゴモ類 アミジグサ	ハバノリ ワカメ サンゴモ類 アミジグサ	ハバノリ ワカメ サンゴモ類	アオサ類 ハバノリ ムカデノリ類
第4回調査	アオサ類 ワカメ マクサ サンゴモ類	ワカメ ハバノリ マクサ サンゴモ類 ツルツル	ワカメ ハバノリ マクサ サンゴモ類 ツルツル スギノリ	ワカメ マクサ サンゴモ類 ツルツル	サンゴモ類 ツルツル フジマツモ	ワカメ マクサ サンゴモ類 ツルツル	珪藻類 アオサ類 スギノリ

浅く、アオサ類やサンゴモ類、ムカデノリ類などの小型海藻が多く観察された。

以上のように、生物相が貧弱な砂地にアクアリーフを施工することによって、海藻類が着生、繁茂し、多様な生物相が形成された。

3 新潟県両津港海岸（原黒地区）人工リーフにおける調査

3. 1 両津港海岸（原黒地区）の概要

新潟県両津港海岸（図-4）は、佐渡島の玄関口である両津港に隣接する海岸であり、原黒地区では隣接する住吉地区と一体で海岸保全整備が行われ、人工リーフの施工が進められている。この人工リーフに環境との共生を特徴の一つとする被覆ブロック（ペルメックス）が使用された。

3. 2 ペルメックスの特徴

被覆・根固ブロックの採用にあたっては、その安定性は当然のことながら、高い経済性が求められるようになってきている。そこで、優れた安定性と高い経済性を有し、さらには生物との共生を考慮した被覆ブロック（ペルメックス、図-5）を開発した。

ペルメックスは、従来の被覆ブロックに比較し、大きな開口部と4辺の切り欠きにより揚圧力が大幅に低減されるので安定性が向上する。また、ブロックの小型化による施工費の低廉化で高い経済性を有している³⁾。あわせて長い稜線と大きな空隙により海洋生物の多様な生息環境を創出することが期待できる。



図-4 両津港海岸位置図

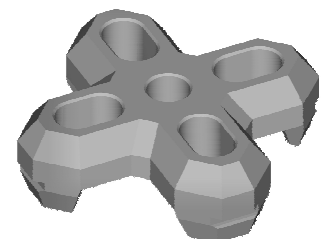


図-5 ペルメックス

3. 3 調査実施時期

対象とする人工リーフは平成 22 年秋期にペルメックス 4t 型の施工がなされ、現在、延長約 100m の施工が完了している。調査は施工から約半年が経過した平成 23 年 6 月 15 日に実施した。

3. 4 調査方法

調査測線は、設置時期と天端水深を考慮し、4 本設定（図-6）した。各測線の沖側、中央付近、岸側のブロックにおいて着生している海藻類の目視観察を行うとともに、人工リーフ周辺で観察された魚類等動物類を記録した。

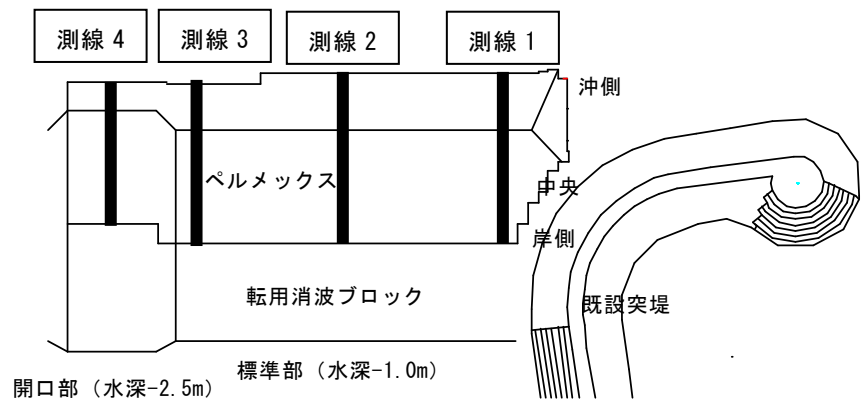


図-6 調査測線

3. 5 調査結果

アオサ類やウミウチワ、スギノリ類などの海藻類の着生が見られたが、施工からの経過日数が約 6 ヶ月と浅く、着生量は少ない。しかしながら、人工リーフの捨石マウンドや近傍の突堤にはアカモク等のホンダワラ類やワカメなどの着生が観察されたことから、来春以降、これらの海藻類がペルメックスに着生することが予測される。



写真-2 イシダイの幼魚の蝟集

なお、人工リーフ周辺でのメジナやイシダイ（幼魚）などの蝟集（写真-2）、ペルメックスの開口部や海底との空間を利用するアイナメやウニなどが観察されるなど、魚礁効果が見られ、ペルメックスが有する環境との共生効果が現れ始めていた。

4 おわりに

環境共生機能の付加を開発目標の一つとしたアクアリーフ、ペルメックスが使用された人工リーフにおいて、その効果を把握するための調査を実施した。その結果、海藻類の繁茂や魚類等の蝟集が観察され、これらのブロックの環境共生機能が確認された。今後は、他の海域も含めた調査を継続し、さらに環境共生型ブロックについての知見を蓄積していく予定である。

参考文献

- 1) 武藤・外崎 (1985) : 防波堤築造による魚礁効果について－御前崎港魚礁効果調査報告書－, 港湾, 62(5), 73-82
- 2) 浜口ら (1991) : 水産協調型潜堤の開発, 平成 3 年度日本水産工学会学術講演会論文集, 67-68
- 3) 浜口ら (2007) : 大きな開口部を有する新しい被覆ブロックの開発と人工リーフへの適用, 海岸工学論文集, 54, 961-965

建設現場の省エネ・節電を管理するスマートサイトシステム

清水建設 土木技術本部 技術開発部主査 横山 勝彦

1 はじめに

大型の機械・重機や多くの電気設備が使用され大量のエネルギーが消費される建設事業においては省エネ・CO₂削減は重要な取り組みである。さらに、東日本大震災以降、建設現場における節電の重要性も高まっている。そのため、建設現場では、重機やダンプ等のエコ運転やアイドルストップなどの省エネ活動、消灯ルール徹底などの節電活動等が行われている。しかしながら、建設現場においては大量の電力を消費するものの、消費電力量は月毎での総量管理しか行われていないのが現状である。また、前述した省エネ対策における日常の取り組み活動においても、定性的な取り組みが多く、定量的に効果を把握することは困難であった。

こういった背景から、最新のICTを活用して、現場の各設備の電力使用状況および省エネをリアルタイムで監視（見える化）するとともに、各種の省エネ・創エネ技術を総合的に一元管理し、定量的な省エネ・節電・CO₂削減の管理を実現する「スマートサイトシステム」が開発された。

本論文では、スマートサイトシステム（以下、本技術とする）の概要および適用事例について述べる。

2 スマートサイトシステムの概要

本技術は、図-1 に示すような複数のシステム・技術から構成され、各現場の状況に応じて任意に各システムを組み合わせ適用される。

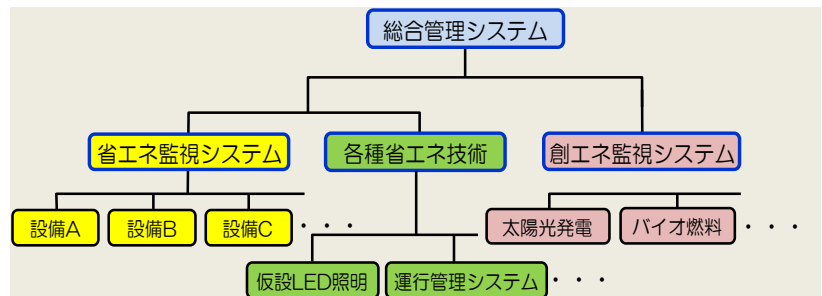


図-1 スマートサイトシステムの構成

2.1 省エネ監視システム

省エネ監視システムは現場内各設備の電力情報や環境情報を「見える化」する技術であり、無線によるネットワークを用いて現場内に分散する情報を収集し、現場事務所で一元管理するシステムである（図-2）。

電力情報を監視する場合、監視対象とする現場内の電力使用設備を選定してセンサを設置する。そこから得られた情報は無線センサにより送られ最終的に現場事務所のサーバ

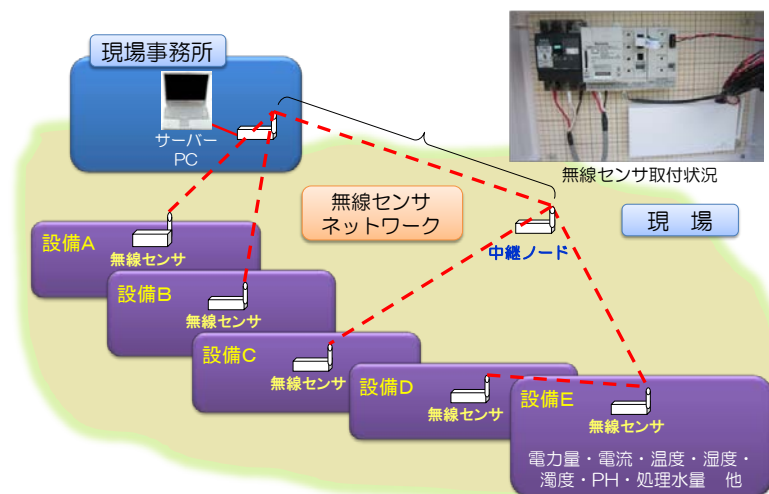


図-2 無線センサネットワーク概念図

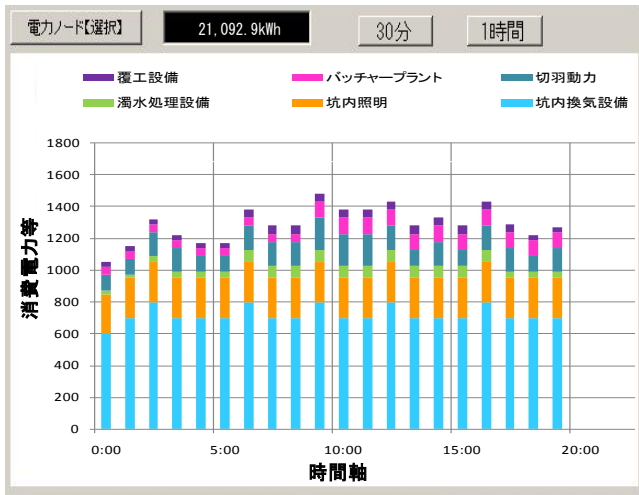


図-3 省エネ監視画面イメージ



図-4 各種省エネ技術

PCに収集される。図-3に省エネ監視画面イメージを示す。

2.2 各種省エネ技術

各種省エネ技術は、個別にCO₂を削減し省エネ・節電を実現する様々な技術であり、現場毎に任意に選択される(図-4)。

2.3 創エネ監視システム

創エネ監視システムは、現場において創りだされたエネルギーを「見える化」するシステムである。図-5に太陽光発電による創エネ監視例を示す。

2.4 総合管理システム

総合管理システムは、本事務所において現場全体の省エネや創エネ、CO₂削減状況を一元管理するシステムである。本事務所にいながら、現場の状況が即座に視認できるとともに、省エネ・創エネ監視システムや各種省エネ技術から送られて来たデータを組み合わせることで現場の様々な状況の見える化が図られ、戦略的な省エネ・CO₂削減対策を行うことが可能となる(図-6)。



180wソーラーパネル×12枚(=最大2.16kw)

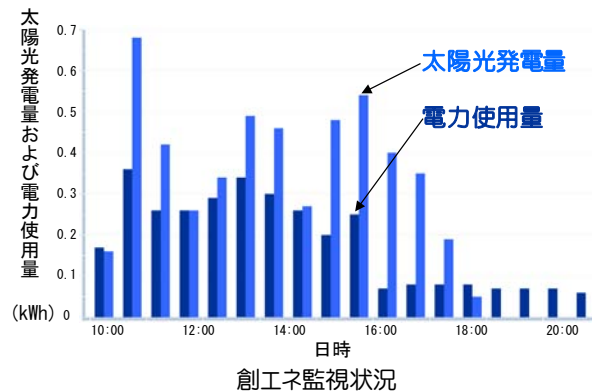


図-5 太陽光発電による創エネ監視例

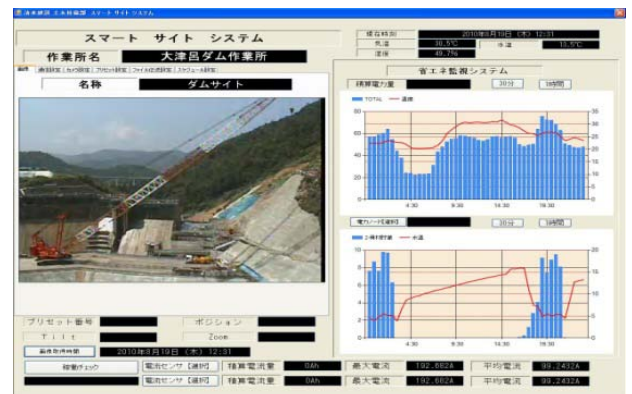


図-6 総合管理システム監視画面

3 スマートサイトシステムの適用事例

スマートサイトシステムの適用事例として、福井県大津呂ダム建設工事での適用事例について説明する。

福井県発注の大津呂ダム建設工事は、福井県大飯郡おおい町本郷（佐分利川水系大津呂川）に、洪水調節・治水・利水・水道用水確保を目的とした大津呂ダムを建設するものである。

本工事の概要を表-1に、導入した本技術の適用状況を図-7に示す。

以下、大津呂ダムにおける本技術適用効果の一部と現場全体のCO₂削減効果を紹介する。

3.1 省エネ監視システムによるバッチャープラント運転管理

大津呂ダムの現場では省エネ監視システムにより、コンクリート打設中にバッチャープラントのコンクリート製造待ち時間におけるミキサーおよび骨材搬入用ベルトコンベヤが日常的に空運転している状況が発見された。その指導・是正を実施した事例を図-8に示す。これは、コンクリート打設ブロック別に1m³当たりの電力量推移を示したものである。導入当初はコンクリート打込み時の1m³あたりの使用電力量の平均値は1.16kwhであった

が、本データ入手後、省エネ運転指導を実施した結果、使用電力量の平均値は1.13kwhに低減し、消費電力は3%低減した。また標準偏差も0.066から0.051に小さく、ばらつきも少なくなり、現場での無駄・ムラを是正できた。

3.2 ECO-DASによる車両運行管理

ECO-DAS (Eco-Drive Assist System) は図-9に示すような車載モニタを工事用車両に搭載して、運転状況からCO₂排出増減量

表-1 大津呂ダム工事概要

工事名称	大津呂ダム建設工事（ダム本体工事）
工事場所	福井県大飯郡おおい町本郷
発注者	福井県
主用途	多目的ダム
ダム形式	重力式コンクリートダム
堤高	40.6m
堤頂長	158.5m
堤体積	75,580m ³
工期	平成20年3月19日～平成24年3月23日



図-7 大津呂ダムでのスマートサイトシステム適用事例

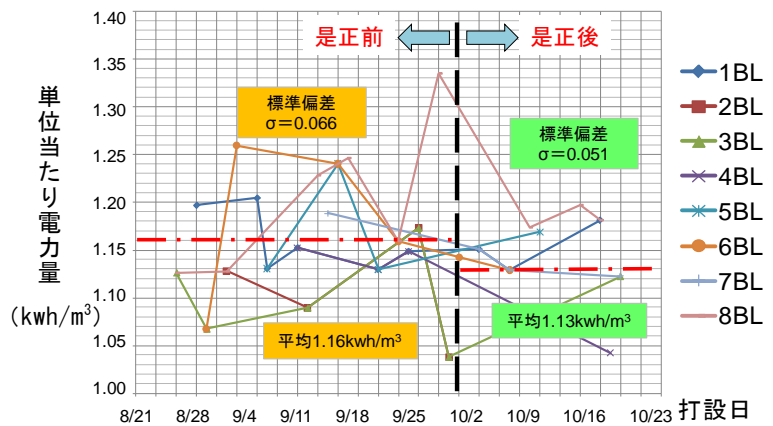


図-8 ブロック別コンクリート1m³当たり使用電力量



図-9 ECO-DAS 車載モニタ

をリアルタイムに算定し、運転状況
を評価点で表示する車両運行管理シ
ステムである。具体的には、車載モ
ニタに内蔵したGPSと加速度センサ
により、急加速・減速の頻度、速度
超過や長時間のアイドリング状況を
確認し、標準的な運転に対するCO₂
排出増減量を算定・表示を行う。そ
して、エコドライブ評価点により、

車載端末と事務所で運転状況を認知できる。車載モニタはシガーソケットの電源供給だけで利用可能
であるため、不特定多数の車両への乗せ換えが容易である。

大津呂ダムでは、ECO-DAS搭載車両を一週間間隔で変更し、現場全体への省エネ運転展開の実現を
図った。図-10に導入効果の一例を示す。ECO-DASはすでに数現場において適用済であるが、参考ま
でに、ECO-DASの適用によるCO₂の削減実績は、標準運転に比較し、都内では最大17%であった。

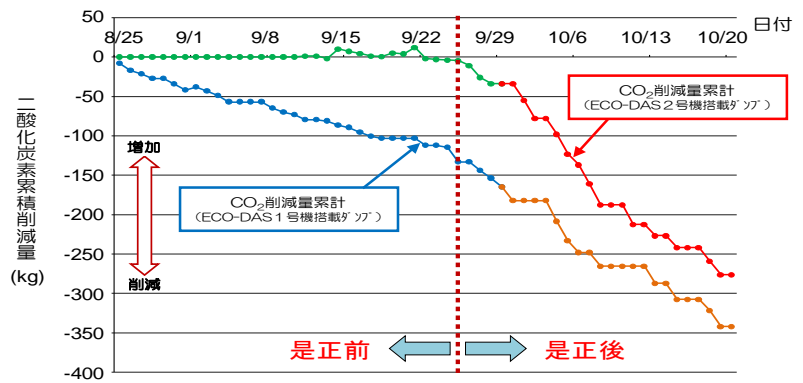


図-10 ECO-DAS搭載ダンプのCO₂排出量改善度合いの事例

3. 3 バイオニュートラル

バイオニュートラルは、セメント含有汚泥に発酵促進剤を添加・攪拌することにより、嫌気発酵で、
含有する六価クロムを低減すると同時にpHを低下させて無害化する技術である。従来は、セメント
含有汚泥は産業廃物処分であったが、現場内で盛土等に再利用することで産業廃棄物処分場までの搬
出車両が不要となり排出CO₂を大幅に削減できた。

3. 4 現場全体のCO₂削減効果

大津呂ダムにおいて、本技
術の導入から提体打設完了ま
での半年あたりのCO₂削減実
績を表-2に示す。

表-2 大津呂ダムにおけるCO₂削減効果

システム名称	目的	技術	CO ₂ 削減量	備考
省エネ監視システム	消費電力監視	省エネ監視システム	2ton	待機電力を削減
サブシステム	排出CO ₂ 抑制	ECO-DAS	20ton	ダンプを対象
	省エネ	仮設LED照明	2ton	
		竹葺き屋根	2ton	夏季1.4℃低下
	リサイクル	バイオニュートラル	96ton	
節電	壁面緑化	試算せず		
合計			122ton / 半年あたり	

4 おわりに

スマートサイトシステムの導入によってリアルタイムに電力消費量が把握できるようになり、施工
現場でのムラ・ムダの「見える化」が実現した。具体的な改善効果が数字に示され、省エネ・CO₂削減
量が「見える化」されることで、作業員への意識付けが明確になり、作業所全体のモチベーショ
ンアップにつながってきている。

スマートサイトシステムは、施工中のCO₂削減の定量的な管理手法としてダム工事に初適用された
が、現在はトンネル工事において適用中である。今後は、それ以外の工種へも広く適用を検討し、建
設現場でのCO₂削減・省エネ・節電に、より一層活用していく方針である。

断熱パネルを用いた型枠工法

五十嵐建設工業株式会社 建築部長 江田 広幸
リフォーム・コンバージョン部次長 伊藤 仁

1 はじめに

本工法は、鉄筋コンクリート造建築物の型枠工法である。型枠材料に発泡プラスチック系の（種類名称：ビーズ法ポリスチレンフォーム）型枠兼用断熱パネルを使用し、コンクリートを打設する。そのため、コンクリート打設後の型枠解体・断熱工事が不要となり、作業工程の省略および省力化が図られ、工期が短縮できる。また、型枠兼用断熱パネルを使用する部位は、木製型枠材料を使用しないため、貴重な森林資源の保護に寄与するとともに、不要となる木製型枠材料の廃棄量を縮減できる。

断熱パネルを型枠として使用する場合、型枠を撤去しないためコンクリート打設面を目視できないというデメリットが存在する。そのため当社では、独自の空洞探査システムを導入し、空洞・ジャンカ等、不具合箇所の発見を可能とした。

2 工法概要

本工法は、木製型枠に換えて、型枠兼用断熱パネルを（株式会社 VERITA 製 JUST PULIT O）を使用する（写真 1）。

作業工程としては、配筋作業の後、木製型枠の作業工程同様にその両面に鉄筋を挟み込む様に型枠兼用断熱パネルを設置する。断熱パネルの上端・下端には接合用の凹凸があり組立作業は容易に行われる様配慮されている。また、組立にはコの字型の専用セパレーター（ジャストブリーク両断熱用セパレーター）（写真 - 2）を使用し、断熱パネル内部の樹脂製セパレーター留具に対し、上から挿入し断熱パネル同士を固定する（写真 3）。このセパレーター留具は、従来天端が平坦になっており、挿入したセパレーター（断面は円形）が自由に回転できるものであった。

そのため、設置した断熱パネルの安定性が悪く、作業性の低下、コンクリート打設時の断熱パネルの変形等の不具合があった。これに対し、当社では、セパレーター留具の天端に凹加工を施し、挿入したセパレーターがその凹部にはまり込むことにより、セパレーターの自由回転を防ぎ、組立作業時の安定性、コンクリート打設時の変



写真 - 1 断熱パネル



写真 - 2 セパレーター



写真 - 3 型枠組立状

形を抑制できる様に改良した（写真 - 4）。

断熱パネルの設置が完了した後、木製型枠工法同様、単管・チェーン等を使用しコンクリート打設の為に型枠兼用断熱パネルを補強する。

次に、コンクリート打設を行い、所定養生期間経過後、単管・チェーン等を解体するが、この段階で、本工法は断熱工事も終了している。

型枠兼用断熱パネルとコンクリートの界面は、付着も良好で、コンクリート打設後の断熱パネルは構造物の一部として機能する。



写真 - 4 改良型セパレーター留

3 性能試験

本工法で使用する、型枠兼用断熱パネルについては、「財団法人 建材試験センター」にて性能試験を行い J I S A 9 5 1 1 : 2 0 0 6 R 発泡プラスチック保温材の基準に適合することを確認した。

この結果は、現場発泡ウレタンに換算した場合、厚さ 4 3 mm に相当（断熱パネルの R 値 = 1 . 5 3 6 片面）し、次世代省エネルギー地域区分の 地域に適用している。

4 空洞探査

断熱パネルを用いた型枠工法は工期短縮と、室内空間の断熱の面では優れた工法であると言える。しかし、コンクリート打設終了後に型枠兼用断熱パネルを外さない為、断熱材内部のコンクリート充填状況が目視できないデメリットがある。そのためコンクリート内部の空洞（ジャンカ）等の確認には、現場において、あらかじめ計画された場所、及び任意の場所の断熱パネルの一部を撤去し内部のコンクリートの状況を目視確認していた。

そこで、状況を打開すべく断熱材内部のコンクリートの状況を非破壊で検査する方法を模索した結果、鉄筋探査で使用する電磁波レーダー法に着目し、技術開発を行った。

鉄筋探査機（写真 5）は、電磁波レーダーと呼ばれ、鉄筋探査、空洞探査に広く利用されている。

その原理は、インパルス状の電磁波をコンクリート内へ送信アンテナから放射すると、その電磁波がコンクリートと電気的性質（比誘電率・誘電率）の異なる物体（例えば、鉄筋・埋設管・空洞等）との境界面で反射する。それを受信アンテナで受信し、それにかかる往復の伝搬時間から反射物体までの距離を計算するとその位置を求めることができる装置である⁽¹⁾。

この電磁波レーダーの空洞を探査する能力は、コンクリート表面に断熱材（発泡ポリスチレン）が無いことが前提で、本工法のように、コンクリート表面に断熱材がある場合は、良好な結果が得られないことが、以前、当社にて行った、試験体の空洞探査実験から明らかになっていた。

しかし、コンピューターの独自プログラムによって、鉄筋探査機単体にて得られたデータを解析



写真 5 電磁波レーダー

することで、断熱パネルを介したコンクリート内部の空洞確認を可能にした。

当社では、試験体による空洞探査試験を繰り返し、最終的には、コンクリート表面から 4 cm奥にある空洞（試験体の場合は、空洞に見立てた発泡ポリスチレン）まで確認することが出来た。

数回に及ぶ試験体での空洞探査試験を経て、実際に当社で施工中の建物で実証試験を行った。実証試験では、型枠兼用断熱パネルの上からコンクリートを探査し、そのデータをパソコンの空洞探査プログラムにて（図 1・図 2）解析し、そこで得た空洞の表示部を現地で再現し、その位置の断熱材を一部剥ぎ取って空洞があるかどうかを確認した（写真 6）。その結果、2~3箇所ジャンカを発見することができた。

このように、断熱パネル内部のコンクリートの状態を可視化することが可能となり、断熱パネルを用いた型枠工法のデメリットであった課題を解消することができた。

5 おわりに

当社では、本工法を通じ、木製型枠の使用量を削減することで、森林資源の保護に寄与するとともに、工事で排出される木材の産業廃棄物処量を低減することで、環境にやさしい工法として、広く社会に普及させ地域経済に貢献していきたいと考える。

参考文献

- (1) 社団法人日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'04 [基礎編] 2004年1月30日

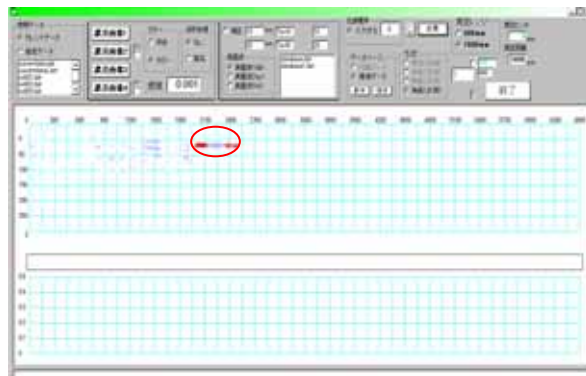


図 - 1 探査プログラム画

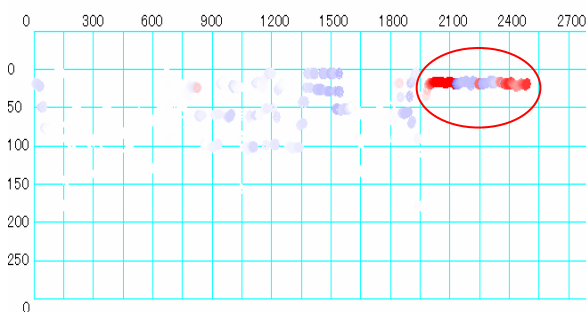


図 - 2 探査プログラム画



写真 - 6 現場実証試験結果

土粒子回収循環システムの開発

(株)郷土建設藤村組 特殊工事業課長 小島 宏之

1 はじめに

ボーリング工事等ケーシングを用いて地山を削孔する工事においては、濁水が発生する。この濁水をそのまま河川放流することは法律で禁止されており、法律で決められた範囲まで濁度を下げ（透明度を高めて）河川放流する必要がある。従来工法としては濁水プラントを設置して、濁水処理をしてから河川放流してきた。

またグラウンドアンカー工等でグラウトミルク等を使用するケースでは、そのセメント成分により、発生する濁水が高アルカリになり、PH処理を行い、河川放流する必要がある。

1.1 開発の目的

濁水処理、PH処理を従来工法の濁水プラントに比べ、安価で、維持管理も簡単にしたいという目的で開発した。

1.2 本工法の原理

本工法の原理は削孔する水に凝集剤を溶かし込み、「土粒子回収性状」（動いている時は土粒子を捕まえ、動きが止まると土粒子を放す）を与え、その削孔水を循環して削孔する。経路が閉じているため、工事が終了するまでは基本的には現場外へ濁水が流出することが無く、工事完了後に削孔水の濁度とPHを許容範囲内に調整し、河川放流する。また閉回路の一部にはフィルター層を設け、濁水を自重脱水することにより、処理する土粒子の量を削減する機能を有する。

「土粒子回収性状」を与えた削孔水にて地山を削孔して濁った削孔水の時間的変化（土粒子の分離状況）を写真-1に示す。採取直後写真のように閉じた経路を流れている間は濁っているが、その動きが止まると（流速が極度に遅くなると）土粒子は沈降し始める。5分ほどで土粒子部分は4分の1程度にまで分離沈降する。この上澄水を再度削孔水として使用することにより閉回路とし削孔を繰り返す。削孔水の土粒子回収性状が低下して来たら（土粒子分離能力が落ちてきたら）閉回路内に設けてある凝集剤水溶液を加え、土粒子回収性状を回復させる。



採取直後



1分後



3分後



5分後

写真-1 削孔水の時間的変化（土粒子の分離）

2 システムフロー（従来工法との比較）

2.1 従来型濁水処理システムフロー

従来型濁水処理プラントのシステムフローを図 - 1 に示す。原水槽に導かれた濁水は原水ポンプにて凝集反応槽へと送られ、PAC と凝集剤を添加し攪拌する。これを沈殿槽へ送り土粒子フロックは沈澱させる。上澄は放流水槽へ送られ PH 調整の後河川放流される。濁度を監視し、PAC、凝集剤の添加量を調整する。沈殿槽にて沈澱した土粒子は、脱水装置へ送られ脱水し産業廃棄物として搬出される。

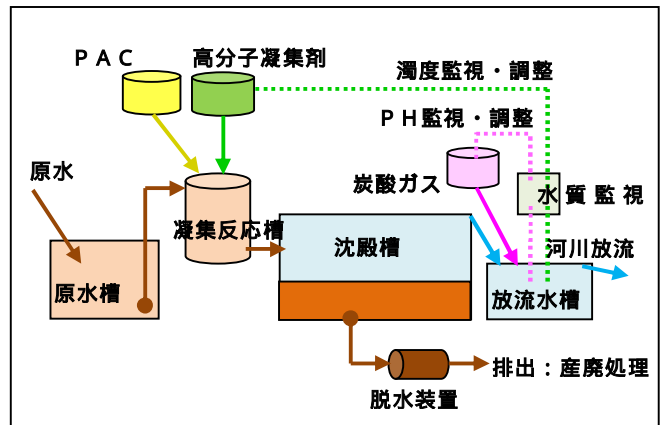


図 - 1 従来型濁水処理システムフロー

2.2 土粒子循環システムフロー

本工法のシステムフローを図 - 2 に示す。循環削孔する水（20～30m³）に凝集剤水溶液を加え攪拌し、「土粒子回収性状」を与える。これにより削孔水は流速の緩やかになった沈殿槽において、土粒子のみが分離し槽の下に沈降する。上澄は再度削孔装置へ送られ削孔する。この循環を繰り返す。土粒子回収能力が弱まってきたら、循環回路に設置してある凝集剤水溶液を添加する。

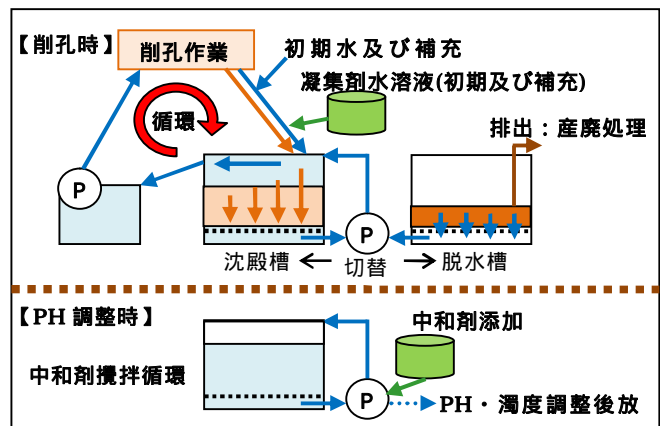


図 - 2 土粒子回収循環システムフロー

沈降した土粒子が多くなったら、槽を切替え脱水槽として使用する。自重脱水した土粒子は産業廃棄物として搬出する。作業完了後、不要になった循環水は PH 調整後、河川放流する。

3 脱水フィルター部

写真 - 2 は沈澱槽・脱水槽下部フィルター層を示す。この



写真 - 3 脱水状況

フィルターの上にクラシャーランにて保護層を作る。沈殿した土粒子の水分をこのフィルター層を通して排出する。槽下部には排水管が設置してあり、切替槽に配管されている。写真 - 3 は自重脱水完了後、搬出前の



写真 - 2 脱水フィルター部

土粒子状況を示す。グラウンドアンカー工等でセメントを使用すると、余剰セメントで不透水層が形成され、自重脱水の妨げとなる。自重脱水を促進するには不透水層の破壊が必要となる。自重脱水水量が少なくなってきたら、バックホウ等で攪拌し、自重脱水を促進する。

4 システム稼働状況

4.1 活用現場使用例システム概略図

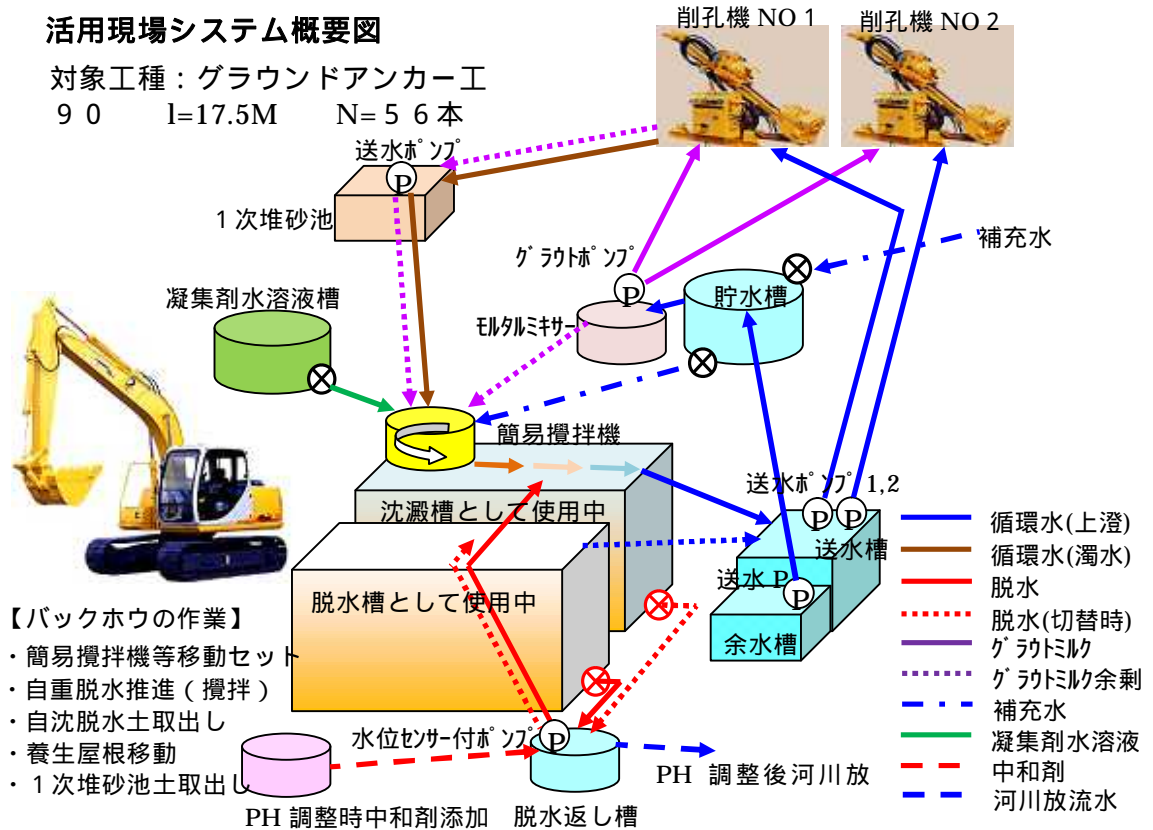


図 - 3 活用現場システム概要図

4.2 システム稼働状況



写真 - 4 システム稼働状況

写真 - 4 において、右側から流入した濁水は沈殿槽の中をゆっくりと流れ左側の排出口より送水槽に流れていく。この間に循環水は土粒子を放し、土粒子のみが沈殿してゆく。右上の黄色いタンクには凝集剤水溶液（エコマッドクリーナー）が貯蔵されており、凝集能力が低下した時に添加する。土粒子がある程度溜まってきたら、タンクを切り替えるか、バックホウで土粒子を脱水槽に移動する。

写真 - 5 は沈殿槽上澄から送水槽への流入状況。循環水はかなり透明。この透明度が落ちてきたら、循環水の凝集能力が低下してきたと考えられる。その段階で凝集剤水溶液（エコマッドクリーナー）を添加し、凝集能力を回復させる。低下する原因は脱水した土粒子の残留分や雨水・湧水の混入等が考えられる。



写真 - 5 循環水の透明度

5 PH 調整

グラウンドアンカー工等において、グラウトモルタルやグラウトミルクを使用する削孔工事では、循環水がセメント成分により、高アルカリ (PH = 12 ~ 13) となる。このため河川に放流するには河川放流基準値内 (PH = 5.8 ~ 8.6) に中和する必要がある。

サンプル水 (5,000CC) を採り、中和剤 (硫酸バンド) の滴下による PH の低下グラフを作成する (図 - 4)。このグラフより 5,000cc 当りの添加量を求め、処理する循環水の量の倍率により実際の添加量を求める。これを

循環経路に投入し 1 ~ 2 時間循環することにより PH を安定させる。

濁度が基準値内にない時は、凝集剤水溶液を加え透明度を高め基準値内にする。これにて河川放流する。

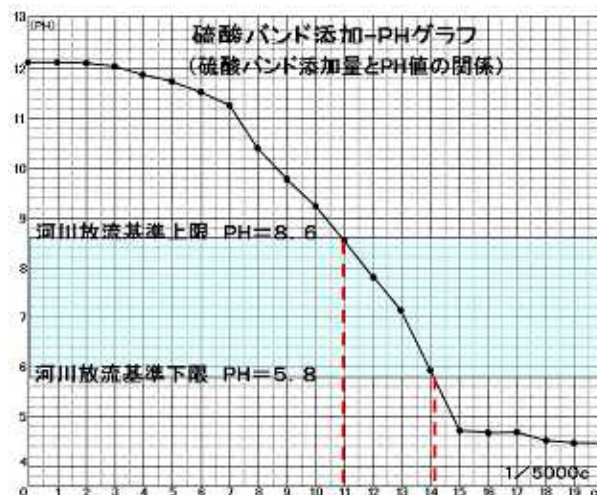


図 - 4 PH 調整グラフ



写真 - 6 中和剤添加



写真 - 7 調整後 PH

6 自重脱水土粒子搬出処理

自重脱水後の土粒子は現場搬出の場合産業廃棄物処理が必要となる。一般的には汚泥吸引車で搬出となるが (写真 - 9) 砂質系で脱水状態が良好なケースでは、ダンプ搬出が可能となる (写真 - 8)。



写真 - 8 ダンプ搬出状況



写真 - 9 汚泥吸引車搬出

7 結び

開発より 5 年程が経過し「Made in 新潟 新技術普及活用制度登録」や「NETIS 新技術情報提供システム登録」の効果もあり、ここ 2 年ほどの間に活用してもらえる現場が増えてきました。(平成 23 年 7 月末現在で活用完了現場 24 件、活用中 3 件、活用予定 4 件)

簡単な方法で濁水処理、PH 処理でき、環境に優しい技術としてもっと普及して欲しいと願っています。