

平等院・阿字池における底質安定化処理工の報告

世界遺産の保全に向けた環境事業への取り組み事例

清水 英樹*1・山本 達生*2・岩田 将英*2・野田 兼司*3・広野 雅男*4

A Report on the Sediment Stabilization Work for Aji-Ike in Byodo-In

- Environmental Projects for Conservation of a World Heritage -

Hideki SHIMIZU, Tatsuo YAMAMOTO, Masahide IWATA, Kenji NODA, Masao HIRONO



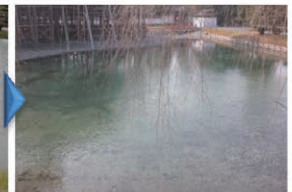
写真-1 平等院鳳凰堂と阿字池



写真-2 底質安定化処理状況



(施工前)



(施工後)

写真-3 池の水質状況

工事の目的

京都府宇治市にある世界遺産・平等院では、平成24年9月より、国宝である鳳凰堂の退色した柱全体や屋根瓦を赤や黒で仕上げるとともに、屋根上の鳳凰像（複製）に金箔を施すなど、平安時代の色調に復元する工事が行われ、平成26年3月、1年3ヶ月ぶりに絢爛たる姿を現した。これに併せて、鳳凰堂を囲むように浄土式庭園を形成する阿字池の浄化も行われ、池底に堆積した底質の一部除去ならびに残置する底質の安定化処理工を実施した。

工事の概要

阿字池では地下湧井水を適宜、ポンプアップして池内に引き入れてはいるものの、流れなく淀み易い箇所では、周辺庭園に施肥された栄養塩類等の流入も相まって、水温の高まる夏季になると藻類が繁茂して池水面の景観を損ねる状況が散見されるようになっていた。そこで、鳳凰堂の修復工事に併せて、阿字池の浄化に向けた取り組みがなされることとなった。浄化工事は、(1)池底に堆積した底質のうち、年代の浅い上層の底質を真空吸引法により除去する工程と、(2)年代が古く歴史的遺構として保全しなければならない下層の底質を安定化処理する工程に大別された。安定化処理工は、底質を固定化することで、そこに含まれる栄養塩類の再溶出や硫酸塩還元菌の増殖を抑制し、底質環境の改善と維持を図ることによって、池水の水質保全に資することを目的として実施した。使用材料としては、当該地が世界遺産として登録される景勝地であることを考慮して、セメントに比べて低アルカリ性を呈する環境資材「マグホホワイト*」を採用することとした。

* マグホホワイトは、(独)農研機構 農村工学研究所(旧 農業工学研究所)と東武化学(株)の共同開発による土壌硬化材(特許 3511287 等, PCT/JPO1/O1259)

主な結論

- ・ 施工前に行った事前配合試験の結果からは、マグホホワイトが当該底質に対して固化不良を起こすことなく強度発現し、適用可能であることが判明した。
- ・ 事前配合試験より、W/Cと強度の関係を明らかにし、目標強度を一軸圧縮強度で50kN/m²とした場合の必要添加量としては、改良1m³あたり60～70kg/m³程度と想定した。
- ・ 実施工における底質の含水比は、平均約244%、改良仕様は、W/C≒1.6～2.0程度と事前配合試験時の想定よりも強度が発現しにくい条件下であることが判明したが、約3週間の養生期間を設けた結果、人が立てるほどの状態となった。
- ・ 完工直後に池水を復水し、17ヶ所で採水・分析を行い、水質データを収集したことから、これを基準データとして、経時的な水質の変移状況を観察していく予定である。

*1 本店 土木技術部 技術開発グループ

*2 本店 土木技術部 環境技術グループ

*3 本店 技術研究所 地盤

*4 関西支店 支店長室

平等院・阿字池における底質安定化処理工の報告

－ 世界遺産の保全に向けた環境事業への取り組み事例 －

清水 英 樹^{*1} 山 本 達 生^{*2}岩 田 将 英^{*2} 野 田 兼 司^{*3}広 野 雅 男^{*4}

要 旨

京都府宇治市にある世界遺産・平等院では、平成26年3月、およそ56年ぶりとなる平成の大修理を終え、平安の創建当時を思わせる絢爛たる姿を取り戻した。一方、国宝・鳳凰堂を囲むように浄土式庭園を形成する阿字池では、庭園周囲に施肥された栄養塩類等の流入も相まって、水温の高まる夏季に藻類が繁茂して池水面の景観を損ねる状況が散見されたことから、修復工事に併せた浄化への取り組みがなされることとなった。阿字池の浄化対策のひとつとして、当社が施工を担当した底質の安定化処理工は、底質の表層を固定化して、そこに含まれる栄養塩類の再溶出や硫酸塩還元菌の増殖を抑制し、底質環境の改善と維持を図ることによって、池水の水質保全に資することを目的とした。固化材には、施工場所が世界遺産に登録される景勝地であることを考慮して、環境資材「マグホワイト」が採用された。その結果、有機分を含む底質に対して固化不良を起こすことなく一定の強度発現が確認され、無事に工期内の復水を実現した。復水直後の水質は、pHの中性を維持しながら目視での改善効果が確認された。

キーワード 閉鎖性水域／底質／安定化処理／世界遺産／環境配慮型資材

目 次

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. はじめに | 3. 浄化への取り組み成果 |
| 2. 阿字池底質の安定化処理工 | 4. おわりに |

A REPORT ON THE SEDIMENT STABILIZATION WORK FOR AJI-IKE IN BYODO-IN

Hideki SHIMIZU
Masahide IWATA
Masao HIRONO

Tatsuo YAMAMOTO
Kenji NODA

Synopsis:

In Byodo-in temple, one of the world heritages, overall repair works has been carried out after an interval of 56 years from last repair work, and a gorgeous appearance was revived. At the same time, sediment remediation work of Aji-ike pond, which is located surround the Houou-dou (Phoenix Hall) of national treasure, were also carried out. MAEDA Corporation had contracted the sediment stabilization work as one of the environmental measures for Aji-ike. An environmental-friendly material "Mag-White" was applied because it is effective for stabilization of sediment including the organic content. As a result, the water quality of the pond after stabilization work has improved. The pH of the water kept neutral and the visual clearness was also confirmed.

* 1 本店 土木技術部 技術開発グループ
* 2 本店 土木技術部 環境技術グループ

* 3 本店 技術研究所 地盤・環境研究室
* 4 関西支店 支店長室

1. はじめに

1.1 平等院

平等院は、京都府宇治市に位置する藤原氏ゆかりの寺院であり、平安時代後期にあたる 11 世紀の建築・仏像・絵画・庭園様式などを千年の時を超えて今日に伝える「古都京都の文化財」のひとつとして世界遺産に登録されている。平等院の本堂である国宝・鳳凰堂は、十円硬貨の図柄にも採用されていることで有名であるが、平安時代を代表する仏師・定長作による阿弥陀如来坐像が鎮座することから江戸時代までは阿弥陀堂と呼ばれていたとされる。



写真-1 平等院鳳凰堂と阿字池

1.2 平成の大修理

昭和の修理（1957 年）からおよそ 56 年を経た平成 24 年 9 月、総事業費 4 億 5 千万円を投じた 2 ヶ年計画の平成の大修理が行われた。修理は平安時代に使われていたとされている赤褐色の特殊な顔料・丹土（にっち）で柱や扉などを塗り替えるとともに、約 5 万 2 千枚にものぼる瓦はすべて光沢の少ないものに葺き替えられた。その名の由来ともされる鳳凰堂・中堂屋根上の鳳凰一對と翼廊楼閣上の露盤宝珠、扉の釘隠しにまで金箔が施され、創建当時を思わせる絢爛豪華な容姿に蘇った（写真-1）。

1.3 阿字池の浄化に向けた取り組みの概要

(1) 背景と経緯

平等院庭園保存整備報告書¹⁾によれば、かつてより阿字池と宇治川は隔絶されていたことが明らかであり、阿字池の水は前池北翼廊前面の池中央辺りを最深部とするすり鉢状を呈する池底の砂礫層全体から湧き出した地下



図-1 阿字池の問題と発生メカニズム

水を給水源としていたものと考えられている。現在は、地下湧井水を適宜、ポンプアップできる設備を備えてはいるものの、水の流出入の機会が乏しい、いわゆる閉鎖性水域と呼ばれる環境下にあるといえる。ここに周囲の庭園に施肥された栄養塩類が降雨とともに池内に流入することから、水温が上昇する夏季において、藻類が繁茂して景観を損ねる状況が散見されるようになっていた（図-1）。

そこで、鳳凰堂の大修理に併せて、阿字池の水質浄化を目的とした底質の安定化処理工事の検討依頼を受けることとなった。

(2) 安定化処理の目的

池の水質改善を抜本的に行うためには、流入負荷となる栄養塩類等の浸入をシャットアウトするとともに、すでに汚濁してしまった水質の直接的な浄化、さらには池底に堆積している底質の除去等を複合的に実施する必要があることはいうまでもない。しかし、年間 100 万人もの来場者を迎える平等院にとっては、鳳凰堂とともに浄土式庭園を形成する阿字池の封鎖は冬季閑散期の最低限の期間に留めることが求められた。また、池底に堆積した底質も、すべて除去すればよいというわけではなく、平等院においては歴史年代の古い堆積層は歴史的遺構として残置することが求められるなどの特殊事情を抱える背景があった。

このような背景を受けて、底質を安定化処理する目的の一つは、残置せざるを得ない底質に含まれる栄養塩類を固定化し、これに起因する藻類の異常発生を抑制する効果、もう一つは、底質の pH を弱アルカリ性に維持することにより、硫酸塩還元菌等の増殖を抑えて過剰な有機分解による底質のヘドロ化を抑制することにある（図-2）。

(3) 安定化処理に用いた環境資材「マグホホワイト」

当該施工エリアが歴史的景勝地であり、安定化処理に

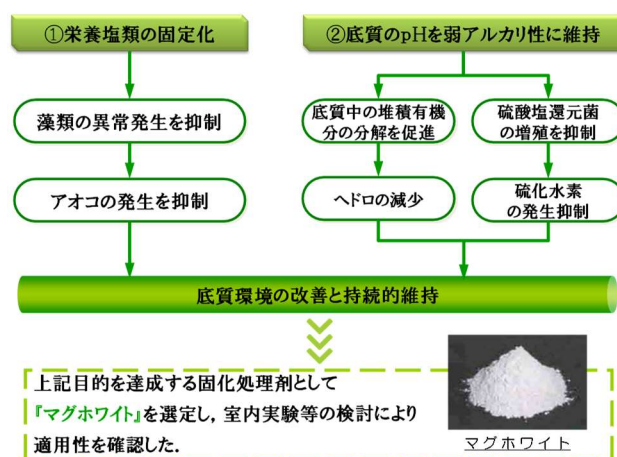


図-2 底質を安定化処理する目的

伴う環境影響を懸念する施主の意向もあって、固化材には「マグホワイト」が採用されることとなった。マグホワイトは、(独)農研機構 農村工学研究所(旧農業工学研究所)と東武化学(株)の共同開発による土壌硬化材(特許 3511287 等, PCT/JP01/01259)で、酸化マグネシウムを主体とし、スラグ、クエン酸などと組み合わせた無焼成固化材である。肥料や食物添加物と同じ成分を主体とし、しかも動植物に安全な pH 領域の環境に優しい固化材である。以下にその特徴をまとめる(表-1)。

表-1 マグホワイトの特徴

①土に戻る
・ 軽焼マグネシアとリン酸肥料または炭酸塩およびクエン酸といった、肥料や食品添加物を原料としているため、固化不要となった時点で土に戻すことが可能
②淡水性動植物や作物に影響なし
・ 固化した土の pH は 9 ~ 10 の弱アルカリ性であり、メダカやアサリ、スサビノなどに対する生育試験の結果、死滅例なし
・ 穀物や野菜に直接噴霧しても生育への影響なし
③有機質土壌・高含水土壌・底泥土を硬化できる
・ 有機性土壌や河川、湖沼、ため池の底泥など高含水土壌も固めることが可能
・ 土壌中に含まれる有害物質を封止することができ、固めた土壌は再利用が可能
④自然との調和色調で美観を損なわない
・ 固めた土は、土本来の色調を失わないため、周辺の景観と調和

2. 阿字池底質の安定化処理工

2.1 底質の基本特性

(1) 物理特性

阿字池底質の基本特性を調べる目的で、サンプル試料を採取して各種の試験を実施した。試験結果の一覧を表-

表-2 阿字池底質の物理特性一覧

大項目	項目	記号	単位	測定値
一般	湿潤密度	ρ_t	g/cm ³	1.194
	土粒子密度	ρ_s	g/cm ³	2.441
	自然含水比	ω_n	%	266.3
粒度	礫分 (2~75mm)	P_g	%	1.2
	砂分 (0.075~2mm)	P_s	%	23.5
	シルト分 (0.005~0.075mm)	P_{sl}	%	38.2
	粘土分 (0.005mm未満)	P_c	%	37.1
	最大粒径	D_{max}	mm	4.75
コンシステンシー特性	液性限界	ω_L	%	161.5
	塑性限界	ω_P	%	42.4
	塑性指数	I_P	-	119.1
分類	分類名	-	-	砂質粘土
	分類記号	-	-	CHS
その他	pH	-	-	7.0
	強熱減量	-	Li%	11.5

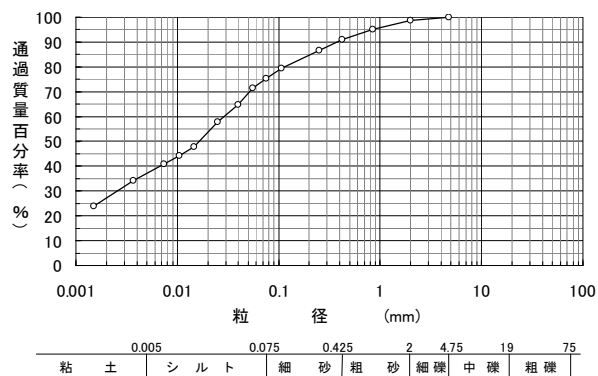


図-3 阿字池底質の粒径加積曲線 (粒度分布)

2 にまとめる。また、試験結果を粒径加積曲線 (図-3)、三角座標分類 (図-4)、塑性図分類 (図-5) に整理した。

(2) 土質的特徴 (まとめ)

以上の結果より、底質の土質的特徴を以下にまとめる。

- ① 粒度組成的には、砂・シルト・粘土が比較的バランスよく混在する土である。
- ② 非常に液性限界が高く、高塑性な土である。
- ③ 自然含水比が高く、不安定で鋭敏な状態にある。
- ④ 強熱減量 (有機物による汚濁を表す指標) は約 12% で、除去目安となる基準 (大阪市港湾局) の 15% には達していない。
- ⑤ 一定の有機分は含有するものの固化改良に有害となるフミン酸・フルボ酸などの成分は含有しない。

2.2 事前配合試験

(1) 試験ケース

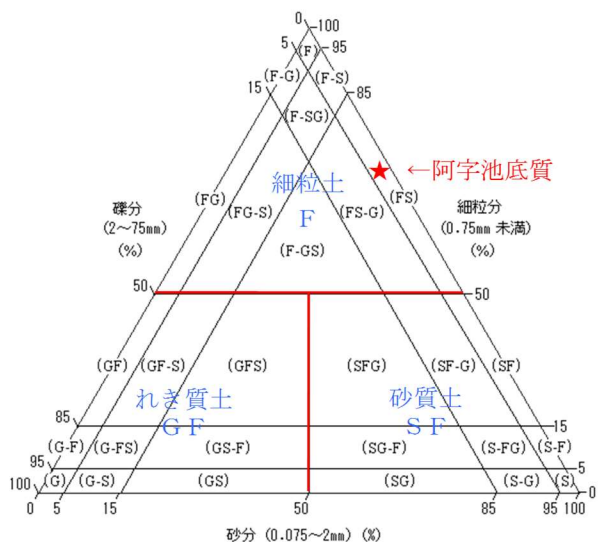


図-4 阿字池底質の三角座標分類

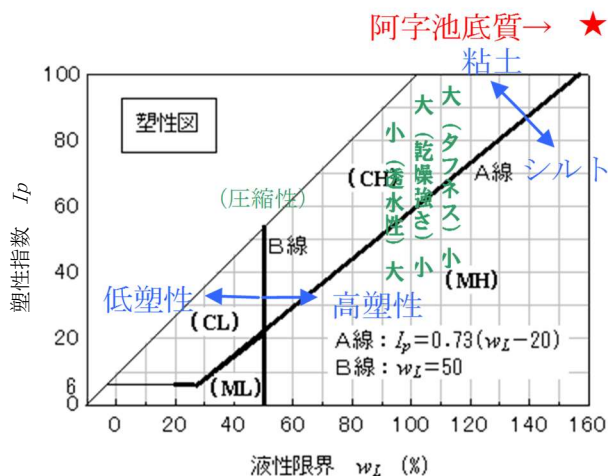


図-5 阿字池底質の塑性図分類

事前配合試験では、①今回採取した試料土（原泥）を自然含水比とした場合と、②浚渫掘削等により池水で希釈された場合を想定した、2水準の含水比状態と、3水準の固化材（マグホワイト）添加量の組み合わせにより、表-3 に示す全6 ケースの配合試験を実施した。

表-3 事前配合試験ケース一覧

CaseNo.	試験条件		固化材添加量 (kg/m ³)	測定項目	
	試料土	含水比(%)		物性値	圧縮強度
Case1	原泥のまま	263	50	単位体積質量 (g/cm ³)	材齢7日 材齢45日 (kgf/cm ²) (×98.07 kN/m ²)
Case2			100		
Case3			150		
Case4	原泥に 加水調整	400	50		
Case5			100		
Case6			150		

(2) 配合試験の結果

事前配合試験の結果から得られた強度特性を明らかにするために図-6～図-8 に示す整理を行った。これらの図から得られた知見を以下にまとめる。

① 固化材添加量の増加とともに圧縮強度も増加する

② 材齢とともに圧縮強度は増加する傾向にあるが、その傾向は固化材添加量の大きいケースほど顕著である

③ 原泥にそのまま固化材を添加したケースに比べて原泥に加水して高含水比化させたケースでは、材齢 45 日の圧縮強度が 3 ～ 4 割低下する

④ 仮に目標強度を汚泥と発生土の閾値とされる一軸圧縮強度 0.5kgf/cm² (=49.0≒50kN/m²) とした場合、これを満足する改良 1m³ あたりの必要固化材添加量は、およそ 60～70kg/m³ 程度と推定される。さらに、（現場／室内）強度比を 0.3 と見込んだ場合、目標とする固化材添加量は 90～110kg/m³ 程度に割増が必要であると判断された。

⑤ 材齢 7 日強度と材齢 45 日強度の間には強い相関性が確認されることから、材齢 7 日の発現強度をもって最終強度の推定が可能と思われる

(3) 配合試験結果のまとめ

以上の事前配合試験の結果から、土壌硬化材「マグホワイト」の本件への適用性が確認され、固化改良が可能であることが判明した。一方で、採取した原泥に加水して高含水化した場合、同一固化材添加量に対する強度は 3 ～ 4 割も低下することから、可能な限り余分水の混入を避ける底質掘削方法が望ましいものと判断された。また、施工時期が冬期低温状態であることを想定した場合、必要に応じて固化材添加量の割増等の措置も必要となることが想定される。

2.3 現位置施工

(1) 浄化への取り組み施工手順

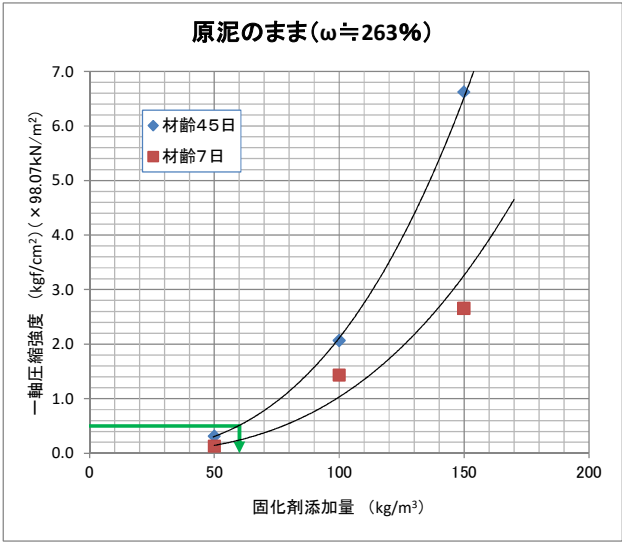


図-6 固化材添加量と圧縮強度の関係(1)

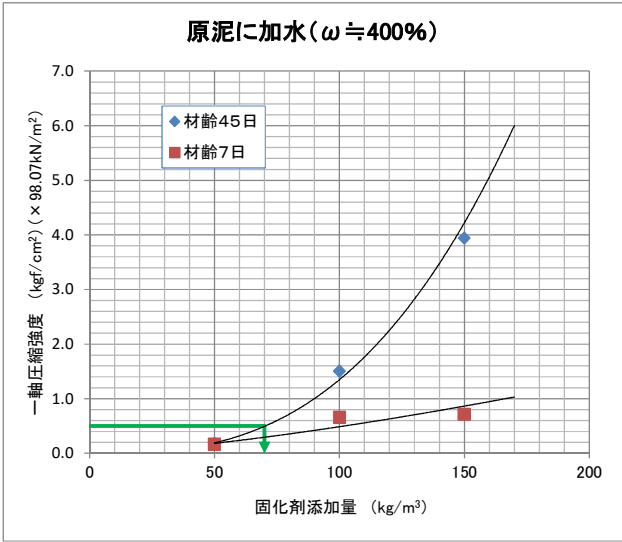


図-7 固化材添加量と圧縮強度の関係(2)

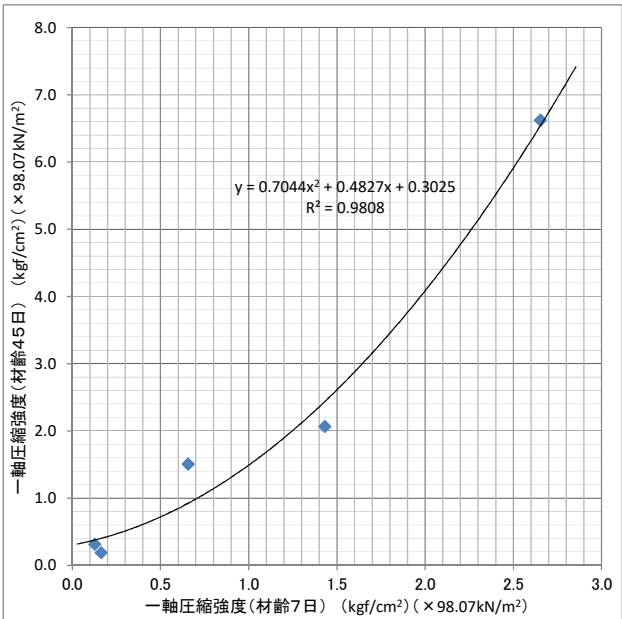


図-8 材齢 7 日強度と材齢 45 日強度の相関

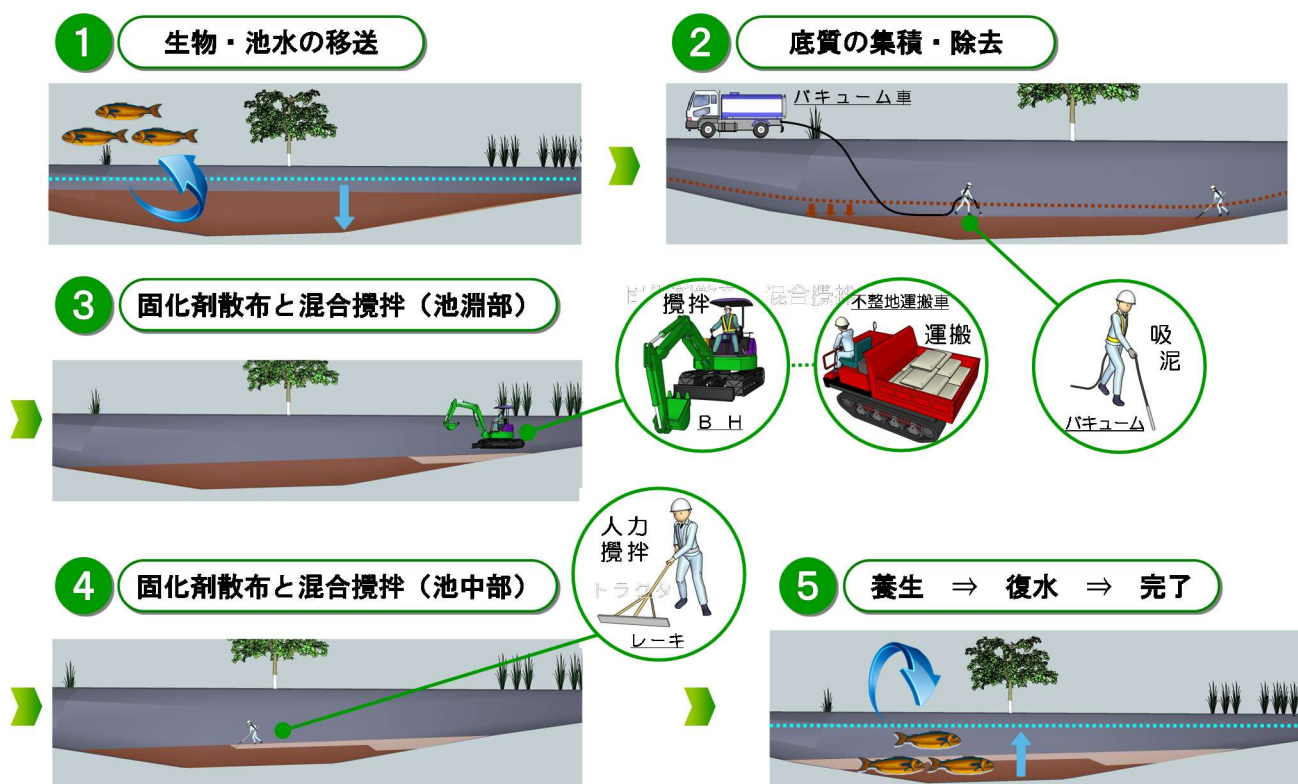


図-9 阿字池の浄化に向けた取り組みの全体施工手順



写真-2 阿字池の浄化に向けた取り組みの施工状況写真

図-9 に阿字池の浄化に向けた取り組みの全体施工手順を示すとともに、以下に各手順を説明する。

- ① 浄化対象となる前池の生物を池水とともに後池に移送
- ② 底質をドライアップしたのち、年代の浅い表層部分の底質を池の周囲から中心部に向けてハイウォッシャーで集積したのち、真空吸引法により掘削除去
- ③ 歴史的遺構として残置する底質の表層（目標改良厚15cm）のうち、池淵部は、小型バックホウ（スライドアーム式）により、固化材散布および混合攪拌を実施。なお、固化材の場内運搬は不整地運搬車により実施

- ④ 池中心部は、重機のトラフカビリティ確保が難しいため、発泡スチロール製ボードの浮足場を構築して、人力による固化材散布ならびにハンドミキサーによる攪拌とレーキによる敷均しを実施
- ⑤ 約3週間の養生期間を経て、強度発現状況を確認後、池水を復水して完了した。

写真-2 に施工の各工程における状況を示す。

(2) 原位置の施工実績

原位置における施工実績は以下のようにまとめられる。

① 固化材添加量

最終的な施工面積 850m² に対して、当初計画に基づき調達した固化材（マグホワイト）11t を全量添加した。一方で、当初計画段階ではトラクターを用いた薄層混合攪拌（平均改良厚さ $t=15\text{cm}$ ）を予定していたが、底質の堆積状態が想定していた以上に軟弱でトラクターのトラフィカビリティ確保が難しい状況と判断されたため、急遽、施工方法を見直すこととなった。具体的には、池淵部は小型バックホウ（スライドアーム式）による混合攪拌、池中心部は発泡スチロール製ボードを浮足場とした人力混合攪拌に変更した。これに伴い、均一な薄層施工が難しくなり、改良施工厚さが概して増大する結果となった。仮に平均改良厚さ $t=30\text{cm}$ であったと仮定して、現地の改良 1m³ あたりの固化材添加量を算定してみると以下のような状況であったものと推定される。

- ・ 固化材添加量 C : 11t=11,000kg
- ・ 改良体積 V : 850m²×0.3m=255m³
- ・ 改良 1m³ あたりの固化材添加量 C/V : 43.1kg/m³

② 底質含水比

現地改良前の底質を採取し、含水比測定を実施した結果、最小含水比：232%，最大含水比：254%，平均含水比：244%との測定結果が得られた。この値は、事前配合試験に用いた試料含水比：263%とほぼ同程度の値を示していることから、本検討において、事前配合試験結果を適用することが可能と判断された。

③ 水／固化材比

上記算定結果より、改良強度との強い相関性があるとされる水／固化材比： W/C を底質の湿潤密度 ρ_t : 1.207g/cm³（実測値）を用いて算出してみると、以下のような結果となった。

- ・ 単位水量 W : 856.2kg/m³
- ・ 単位固化材量 C/V : 43.1kg/m³
- ・ 水／固化材比 W/C : 856.2/43.1=19.9 $\div$ 20

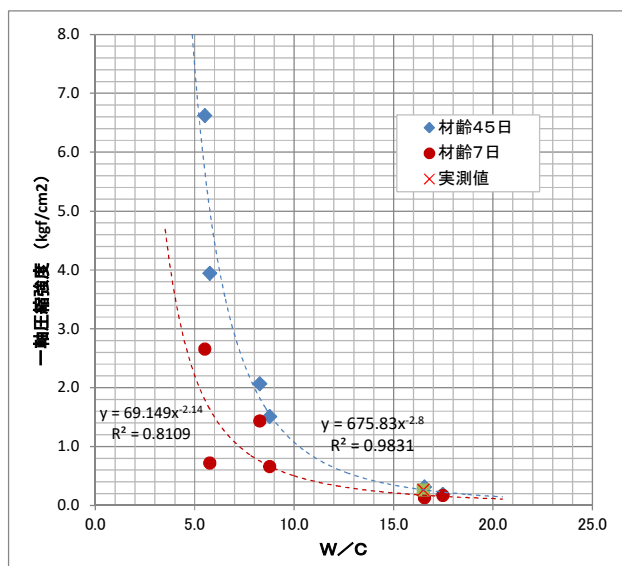


図-10 W/C と q_u の相関

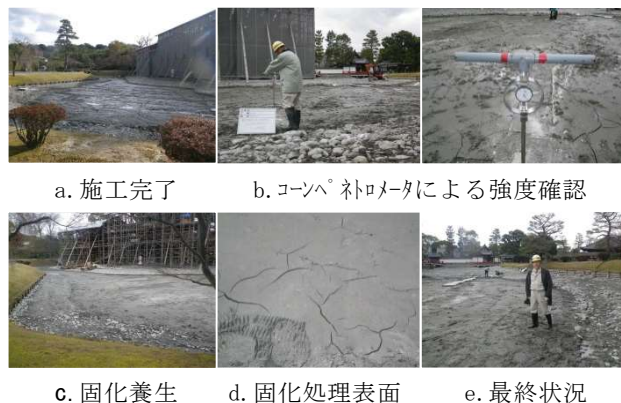


写真-3 固化処理工完了後の状況

(3) 事前配合試験と原位置施工の照合

図-10 は、事前配合試験の結果を W/C と一軸圧縮強度の関係に整理し直した図に、前項で述べた現位置の状況に基づく推定の水／固化材比 $W/C \div 20$ をプロットしたものである。この図より、現地の状況が室内配合試験時よりも W/C が相当に大きく、強度が発現しにくい条件下にあったことになる。この原因は、前述した施工方法の変更に伴い、平均改良層厚が増大、改良体積の倍増につながった結果、事前配合試験段階で、（現地／室内）強度比などのばらつきも考慮して平均 100kg/m³ 程度と想定していた目標固化材添加量に対して、原位置では 43kg/m³ 程度に留まったことによる。この仮定に基づいて推定される現地の若齢時（材齢 7 日強度）の一軸圧縮強度 q_u は、0.15kgf/cm²（=14.7kN/m²）、最終強度（材齢 45 日強度）として 0.2kgf/cm²（=19.6kN/m²）程度と算定された。

一方、現地にて固化処理後約 3 週間の養生期間を経て、人が直接立てるような状態に達した時点（写真-3）でコーンペネトロメータにて測定したコーン指数は $q_c=1.25\text{kgf/cm}^2$ （=122.3kN/m²）となり、これを一般に用いられる $q_c \div 5q_u$ の関係式にて q_u に換算すると、 $q_u = 0.25\text{kgf/cm}^2$ （=24.5kN/m²）と平均改良層厚 $t=30\text{cm}$ と仮定して推定した強度を若干上回った。そこで、この実測データを真値として、 W/C 、 C/V 、改良体積、平均改良層厚を逆算して求めた結果、以下の通りとなった。

- ・ 水／固化材比 W/C : 16.5
- ・ 単位固化材量 C/V : 51.8kg/m³
- ・ 改良体積 V : 213m³
- ・ 平均改良層厚 t : 0.25m

以上の結果より、施工方法の変更に伴い、当初計画で見込んだ改良仕様に達していない現状が確認されたが、事前配合試験の結果や原位置での実測データから推定された発現強度が整合性の面で妥当な値であると判断されたことから、施主との協議の結果、追加的な固化材追加措置は見送られることとなった。表-4 の工事工程表に示す通り、改良仕様を当初計画の見込みよりも下方修正したことを受けて、可能な限り池水の復水開始時期を遅らせ、養生期間を延長する措置を講じ、2 月 18 日完工した。

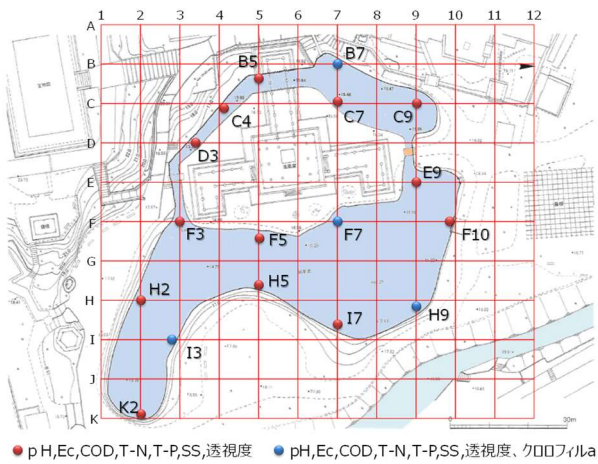


図-11 阿字池における水質計測ポイント

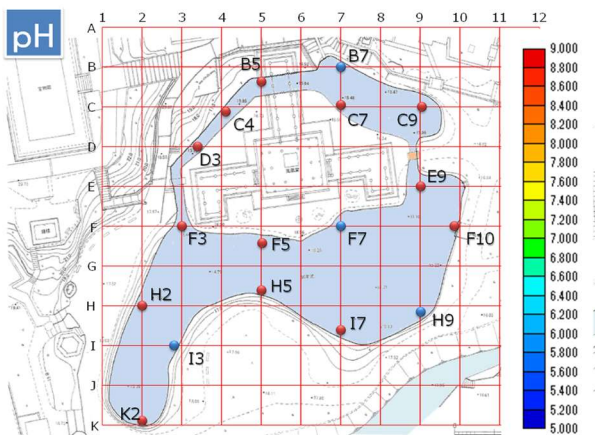


図-12 pH 計測結果

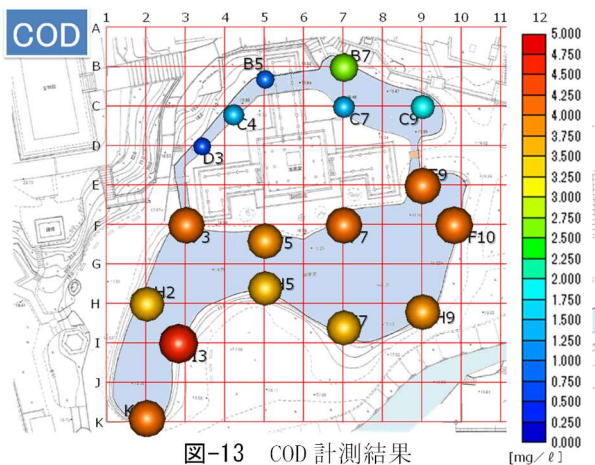


図-13 COD 計測結果

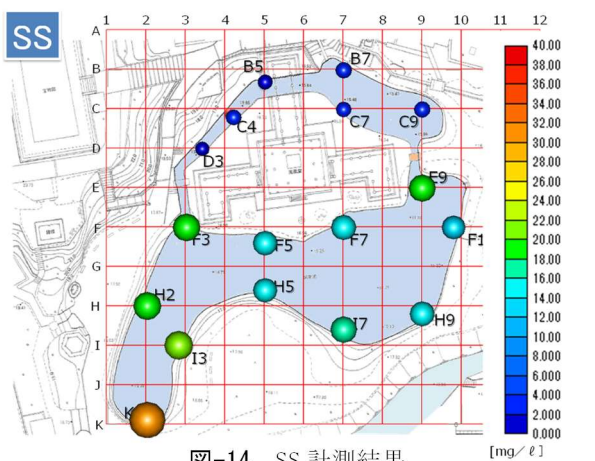


図-14 SS 計測結果



a. 浄化工事着工前

b. 浄化工事完了後

写真-4 浄化工事に伴う阿字池の水質変化の状況

3. 浄化への取り組み成果

3.1 底質の固化状況

マグホワイトは元来、セメント系固化材に比べて、初期強度の発現速度が遅い上に、施工時期が当該地域の最低気温を記録する時期に該当していたため、池水の復水開始までに固化が間に合うか懸念されたが、約 3 週間の養生期間を経て、最終的には人が立てるまでの状況に達した（写真-3）。また、前項で述べた改良仕様に基づく原位置における短期強度（材齢 7 日）は、およそ $q_u = 0.17 \text{ kgf/cm}^2$ （ $= 16.8 \text{ kN/m}^2$ ）程度と推定されたため、コーン指数 $q_c = 5q_u = 0.85 \text{ kgf/cm}^2$ （ $= 84.0 \text{ kN/m}^2$ ）を目安とした強度確認をコーンペネトロメータにより行いながら、固化反応の進行状況をチェックした。

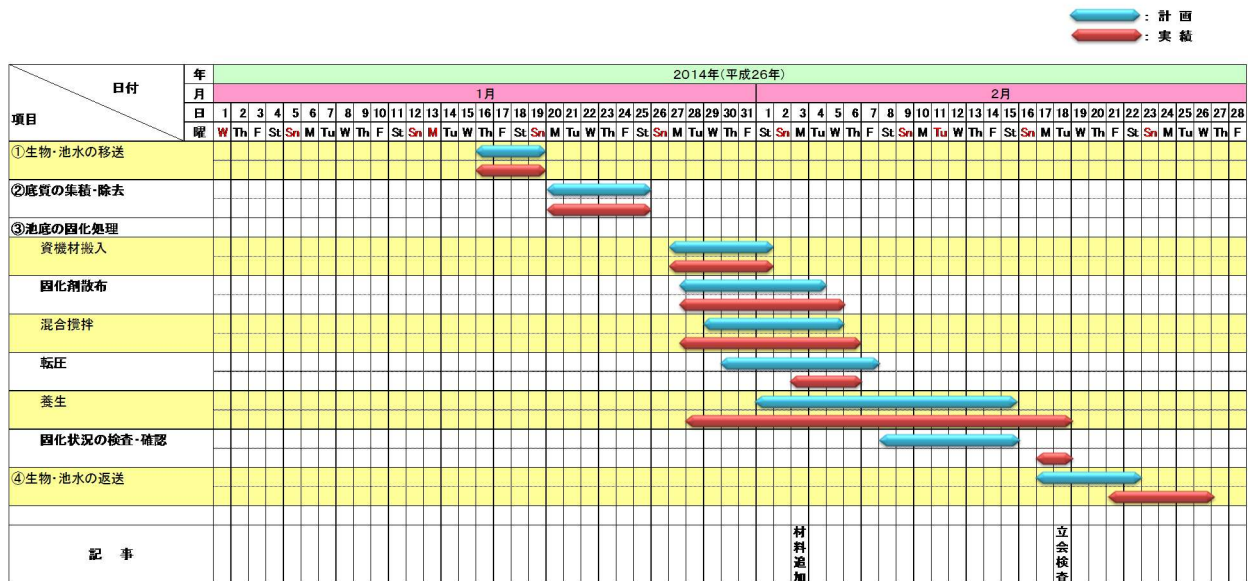
3.2 水質の状況

写真-4 に浄化工事直前の阿字池の状況と浄化工事を完了し、池水を復水した直後の状況を比較して示す。復水直後のしかも水温も低い時期での状況ではあるが、明らかに水質の改善効果がみられた。今後は、水温が上昇し、例年ならば藻類が繁茂するような時期に、どこまで現状を維持できるかによって、本質的な浄化工事の効果が検証できるものとする。そこで、池水の現況の状態把握を目的として、図-11 に示す多点的なポイントで採水を行い、各種の水質計測を実施した。なお、図中に示す D3 付近が地下水をポンプアップして池に入水するポイント、また、F10 付近が、池水の余剰分をオーバーフローさせる排水ポイントである。各ポイントにおける計測項目は pH（水素イオン濃度）、Ec（電気伝導率）、COD（化学的酸素要求量＝酸素消費量）、T-N（全窒素）、T-P（全リン）、SS（浮遊物質・懸濁物質）、透視度であり、これに加えて池の代表的地点にてクロロフィル a の測定を追加実施した。

計測項目のうち、代表的な指標の計測結果を図-12～図-14 に示す。これらの結果より、池の水質の現況に対する考察を加えてみる。

まず、図-12 に示した pH の計測結果において、特徴的なことは、後池の特に入水ポイント（D3）周辺のエリア（C4, B5）はいずれも $\text{pH} = 6$ 程度の分布であるのに対し、固化処理を施した前池は、ほぼ全域において、 $\text{pH} = 7 \sim 8$ 程度と中性域の値ではあるが、ややアルカリ側に値が変

表-4 平等院鳳凰堂阿字池底質固化処理工事 工程表



動する傾向にある。これは、やはり固化処理の影響が出現している可能性があり、今後、この傾向が強まっていくことがないように注視していく必要がある。

次に、図-13 に示した COD の計測結果を見てみると、やはり入水ポイントのある後池に比べて前池の方が相対的に有機汚濁の指標である COD 値が高い値を示す傾向にある。特に、池の形状から水の流れが淀みやすい箇所の値が顕著に高いことが特徴として挙げられる。この傾向は、SS の計測結果を示した図-14 においても同様の傾向が指摘される。

今後は、池の水質変移状況を継続的に観察しながら、安定化処理工の効果を検証していく所存である。

4. おわりに

本件は、当社にとって前例のない歴史的遺産の環境回復・保全に向けた貴重な工事例となった。着工後に施工法の変更等不測の事態も発生し、改良仕様の方修正

を余儀なくされたが、固化不良等を起こすことなく、一定の強度発現を確認し、工期内に無事に完工することができた。今後は、本工事本来の目的である阿字池水質の改善・維持効果に対する検証を続けながら、本件同様の閉鎖性水域の諸問題に取り組む際の礎としていく所存である。

謝辞：

本件は、宗教法人平等院・宮城宏索事務局様からの検討依頼に始まり、このように貴重な機会を得ることとなった。宮城氏には、当初の技術提案段階から完工に至るまでの期間、つねに真摯な協議を続けていただくとともに、数々の貴重なご助言をいただいた。末筆ながら、ここに深く感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 平等院庭園保存整備報告書，宗教法人平等院，2003