

素材の時間変化への関心を引き出す、 塩を用いた朽ちやすいコンクリートの提案

Proposal for Perishable Concrete Using Salt to Evoke Awareness of Material Temporal Change.

平下 ひなた, 平野 央, 田中 浩也

Hinata HIRASHITA, Oh HIRANO, Hiroya TANAKA

慶應義塾大学

Keio University

【要約】

本研究では、都市の公共インフラの老朽化が進む現代において、その素材への関心を高めることを目的とした新素材を提案する。この素材は、老朽化の一因である塩害に着目し、塩分をコンクリートに混入することで、その割合に応じて脆化を制御可能とした朽ちやすい加工を施したコンクリートである。本素材を用いたプロダクトの経過観察では、短期間での形状変化に加え、白華現象による表面の白色化など、時間経過に伴う視覚的变化が確認された。本稿では、この塩を利用したコンクリートの劣化過程を通じて、都市における素材そのものへの関心を喚起する手法を提案する。

キーワード: コンクリート, 塩, 朽ちやすさ, 素材への関心喚起, 時間変化

【Abstract】

This study introduces “decay-prone concrete,” a salt-infused material designed to encourage awareness of the materiality of urban infrastructure. By incorporating salt into the concrete mix, its fragility was intentionally increased, enabling controlled short-term transformations. These include structural changes and visual effects such as surface whitening caused by efflorescence. Through this process of accelerated decay, the research examines how material degradation can serve as a design strategy to reveal the temporal nature of urban infrastructure and stimulate new perspectives on its lifecycle.

Keywords: concrete, salt, material fragility, awareness of materials, temporal change

1. 序論

近年、公共インフラの老朽化が社会的課題として顕在化している[1]。都市を支える公共インフラの設計では、安全性や強靱さが特に重視され、変形や劣化に対して否定的な価値観のもと、耐久性の高い素材が用いられてきた。しかし、その素材の強靱さゆえに時間的な変化が少なく、都市生活者が公共インフラに用いられる素材そのものに関心を持つ機会はほとんどなく、結果としてその変化に無関心になりやすい[2]。このことは、公共インフラの劣化の兆候を見逃すことにつながりかねない。したがって、素材の時間変化に目を向けることは、都市の安全性や持続可能性を確保するうえでも必須である。今後、公共インフラの老朽化が現れていく状況と付き合っていくには、いかに都市生活者の関心を、素材の時間変化に向けるかが重要である。

一方、芸術の領域においては素材の時間的な変化を積極的に取り込む実践が数多く見られる。風化をはじめとした自然現象を作品や空間の一部として扱うことで、人々に環境や素材そのものに対する新たな視点を提示してきた。こうした取り組みは、公共インフラの老朽化という文脈においても、人々の関心を時間経過による素材の変化に寄せる手がかりとなり得る。

本稿では、都市の公共インフラに広く用いられる素

材として代表的なコンクリートに着目し、素材への関心を高めることを目的とした新素材を提案する。コンクリートの老朽化の一因である塩害を参考に、塩分をあえて混入することでその割合に応じて脆化を制御可能とする、朽ちやすい加工を施したコンクリートを開発した。本論では、そのコンクリートの制作過程及び、展示を通じた都市生活者の素材への関心を喚起する手法について報告する。

2. 先行事例

2.1. 都市におけるコンクリートの経年変化の観察

都市におけるコンクリートの自然な劣化の様子を把握するため、フィールドワークを実施した。塩害による劣化が顕著に見られる海沿いの地域として、神奈川県の日置駅から東日置駅にかけてのエリアを選定した。

観察の結果、潮風の影響によって緑石ブロックが錆び、内部の鉄筋が露出している様子や、線路沿いの柵が劣化し一部が木製のものに置き換えられている状況が確認された。また、ごみ収集所のトタンが錆によって大きく変色しているなど、時間経過とともに素材が朽ちていく事例を数多く発見することができた(Fig.1)。これらの観察では、露出した鉄筋や素材の置き換え、錆による変色といった状況が、素材の時間的な変化を強く示して

いた。さらに、こうした劣化は線路や歩道、ごみ収集所といった生活に身近な場所で確認され、都市空間の至る所に素材の変化が存在していることが明らかになった。



Fig.1 Deterioration of Concrete in Urban Areas

2.2. 芸術領域における実践

自然現象による物資の経年変化は、公共インフラの設計において忌避される反面、芸術領域において積極的に取り入れられてきた。とりわけランドアートおよびプロセスアートの実践では、作品とその周辺環境との密接な相互作用を表現するために、素材の変形や変色といった時間的変化が用いられてきた。本章では以上 2 つの芸術領域における実践を取り上げ、素材への着目を喚起する具体的な事例について紹介する。

(1) ランドアート

ランドアートは、自然環境そのものを素材として扱い、その変化や作用を作品に組み込んでいる。ロバート・スミソンによる『スパイラル・ジェッティ』[3]では、風や水位の変動、塩の結晶化といった自然現象によって作品が絶えず姿を変え続ける(Fig.2)。こうした変化を、作品を通して可視化することで、鑑賞者は環境との新たな関わりを体感することができる。



Fig.2 Robert Smithson 『Spiral Jetty』 [4]

(2) プロセスアート

プロセスアートは、素材そのものが時間とともに変化する過程を作品に取り込み、鑑賞者の体験を通してその意味を生成している。リチャード・セラの『インサイド・アウト』[5]では、時間の経過によって錆をまとっていく鋼材の質感が、作品の重要な要素となる(Fig.3)。鑑賞者は巨大な鋼板の間を歩くことで、光や音、質感の変化を身体的に経験し、素材そのものの存在を新たに認識する。



Fig.3 Richard Serra 『Inside Out』 [6]

以上のように、ランドアートやプロセスアートの実践においては、自然現象や素材の時間的変化を作品の本質的要素として取り込み、鑑賞者の感覚や認識を揺さぶる試みが行われてきた。これらの知見は、都市の公共インフラにおいて素材の時間変化への都市生活者の無関心を打破する方法として参考になる事例である。

3. 実験

3.1. 朽ちやすい加工を施したコンクリートの開発

コンクリートの老朽化における主要因として塩害が挙げられることに注目し[7]、塩分を意図的に混入することでコンクリートの劣化速度を制御できるという仮説を立てた。また、その過程を観察することで、素材の経時的変化に着目できると考えた。これらの仮説を検証するため、実験を実施した。

コンクリートの劣化速度が塩分混入量に依存するかを検証するため、セメントと水に対する食塩の混合比率を 6 段階(①80.0%、②75.0%、③60.0%、④25.0%、⑤10.0%、⑥ 0.0%)とし、6 つの試験片を制作した(Fig.4) (Table.2)。なお、いずれの試験片も制作時の重量はすべて 360 g である。

	混合比率 (g)		食塩比率 (%)
	食塩	水 : セメント	
①	240	60 : 60	80.00
②	225	60 : 75	75.00
③	180	60 : 120	60.00
④	75	60 : 225	25.00
⑤	30	60 : 270	10.00
⑥	0	60 : 300	0.00

Table.1 Mix ratio of salt to cement and water



Fig.4 6 samples placed outdoors for 3 weeks

ブロックの形状は、経時的な劣化の様子を観察しやすくするため、角を多く持つ正五角形および菱形を組み合わせた多面体とした。型枠は 3D プリンタを用いて制作し、そこにコンクリートを流し込んだ後、屋外の日陰で 3 日間乾燥させた(Fig.5)。その後、型枠を取り外し、計 6 つの試験片を屋外に 3 週間設置した。劣化の進行を評価するにあたり、各試験片の重量変化率を定量的指標とし、併せて表面の外観変化を観察・記録した。

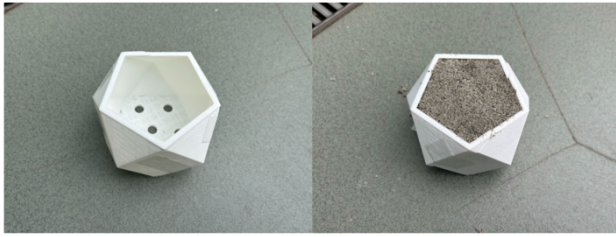


Fig.5 Formwork made with a 3D printer

3週間屋外に設置後、各試験片の重量を測定し、初期重量に対する重量減少率を算出した(Table.2). 結果、全ての試験片において重量の減少が観察され、減少率は初期の塩混合比率が高い試験片ほど顕著であった. 塩分を含まない試験片⑥の重量減少率は 17.64%であったのに対し、最も塩分混入量が高い試験片①では 61.78%に達した. さらに、初期重量に対する塩混合比率と重量減少率との間に正の相関が認められた. また、塩コンクリートブロックの表面が、白華現象[8]により最も白色に覆われていたのは試験片①であった(Fig.6) .

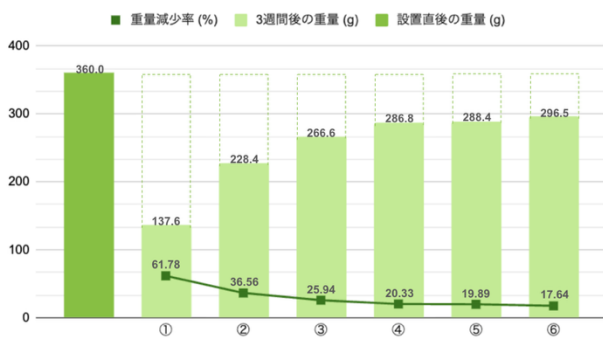


Table.2 Weight after 3 weeks (g) and weight loss ratio (%)



Fig.6 Sample① with pronounced efflorescence

この結果から、塩を多く混入したコンクリートほど、時間経過による物理的劣化が顕著であるといえる. 見た目の崩れや白華現象による表面の白色化が著しく、重量変化も大きいことから、塩分の量がコンクリートの劣化速度に直接的な影響を与えることがわかる.

3.2. 展示

本研究では、開発した新素材が都市生活者に対して素材への関心を喚起し得るかを検証するため、朽ちやすい加工を施したコンクリートを用いた模型の展示を行った.

展示は、塩害の影響を受けやすい海沿いの地域である神奈川県鎌倉市にて実施し、都市の風景の模型と試験片を設置した(Fig.7) .



Fig.7 Exhibited model

訪れた参加者は、展示された朽ちやすいコンクリートを手に取り、重さやその手触り、表面の白華現象による塩の塊を観察するなど、素材そのものに関わっていた(Fig.8) . 中には、崩れやすさを確かめるためにブロックを転がしたり、舐めてみたりする行動も見られ、能動的に素材の性質を知ろうとする姿が確認された. さらに、参加者との会話では「これからまちを歩くとき、まちの隅々を見てしまいそうです.」「まちの朽ちているものを探すようになるかもしれません.」といった発言があり、展示での体験を通して都市空間や素材への新たな視点が生まれていた. また、展示後に行われたフィールドワークでは、参加者が自発的に朽ちたものを探して写真を撮影したり、まちの朽ちているものに注意を向けたりする様子が観察され、まちに存在する素材への関心を引き出すことや行動の変化につながる事が確認された.



Fig.8 Viewers interacting with the display

この展示を通して、朽ちやすい加工を施したコンクリートの時間的変化は、都市空間において素材に対する新たな認識や関心を喚起する手法のひとつとして有効であることが示された.

4. 結論

本稿では、都市の公共インフラに用いられる素材の時間的変化への関心喚起を目的として、食塩の混入によって朽ちやすい加工を施されたコンクリートの開発を行った. 実験の結果、食塩の混入比率が高いほど、3週間経過後の減少量が高まることが確認され、食塩混入によってコンクリートの脆化を制御できることが実証された. 加えて、コンクリートの表面には白華現象による変色や結晶化が観察されたことで、重量変化に併せて視覚的な変化も同時に発現することが明らかとなった.

また、展示期間中に近隣住民である都市生活者が

開発した素材に触れる過程で、その朽ちやすさを確認しようと、転がす、舐める等の行動が誘発されていたことが観察できた。一部の参加者からは、都市環境における劣化現象への関心の向上を示す発言も得られた。これらの現象は前述の芸術領域における先行事例とも深く関連していることから、変形や変色そのものに意味や機能を与え、素材への関心を喚起することが可能であることを示している。

今後の展望として、現行の公共インフラが素材の時間的変化に対する都市生活者の無関心を引き起こしている現状を改善するため、開発素材が公共インフラに部分的に実装されることが期待できる。しかし、芸術領域での手法を直接的に応用することは、安全性等さまざまな制約が存在することから困難である。この課題を克服するためには、素材特性や機能性のみに焦点を当てた議論だけではなく、社会的な条件を包括した視点からの検討が必要である。そうすることで、本開発素材の潜在的な価値やより効果的な使用方法について検討することが可能になると考えられる。

謝辞

本研究は、ST 共創の場形成支援プログラム JPMJPF2111 の支援を受けたものです。

参考文献

1. 土木学会. (2021, 6 月 8 日). インフラメンテナンスに関する土木学会声. 2021. 今、そして未来に欠かせないインフラメンテナンス、直面する困難を乗り越えるための処方箋.
2. 株式会社日本経済研究所 社会インフラ本部. (2014, 2 月). 公共施設に関する住民意識調査. 日本政策投資銀行.
3. Robert Smithson. "The Spiral Jetty." Arts of the Environment. edited by Gyorgy Kepes. 1972
4. Steinhauer, J. (2014, April 1). Mr. Big Stuff: Richard Serra Piles It On. Hyperallergic. (アクセス: 2025 年 9 月 7 日).
<https://hyperallergic.com/92340/mr-big-stuff-richard-serra-piles-it-on/>
5. Urth Magazine. (2021, December 23). Robert Smithson and the Sublime Landscape of the 'Spiral Jetty'. Urth. (アクセス: 2025 年 9 月 7 日).
<https://magazine.urth.co/articles/robert-smithson-spiral-jetty>
6. Whipple Russell Architects. The Gravity of Art: Richard Serra's Modern Vision in Steel. (アクセス: 2025 年 9 月 7 日).
<https://whiplerussell.com/blog/the-gravity-of-art-richard-serras-modern-vision-in-steel>
7. 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会. 浸透拡散型亜硝酸リチウム『プロコン 40』を用いた

塩害・中性化・ASR 補修技術 - リハビリ断面修復工法. 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会. (アクセス: 2025 年 9 月 7 日).

<https://www.j-cma.jp/?cn=102632>

8. MAPEI. (2018, August 7). Technical Bulletin: The Causes and Cures of Efflorescence. MAPEI Headquarters of North America. Retrieved from. www.mapei.com