



In-situ Restoration of White Marble and Sandstone Cultural Relics using Microbial-Induced Calcite Precipitation

Restauration In-Situ de Reliques Culturelles de Marbre Blanc et de grès via L'utilisation de la Précipitation de Calcite Induite par des Microbes

Introduction

This is an invention that utilizes specific microbial mineralization techniques to restore degraded white marble and sandstone artifacts in situ. By injecting urease-producing microorganisms and nutrient solutions into fissures and pores of deteriorated white marble and sandstone, minerals such as calcite can be rapidly produced to fill and cement the fissures and pores. The texture, color as well as water and air permeability of the fillings are similar to that of the bedrock of the relics. This novel technology improves the anti-deterioration ability of stones and allows in situ restoration of precious marble and sandstone artifacts.

Introduction

C'est une invention qui fait usage des techniques particulières de minéralisation microbienne pour restaurer les artefacts dégradés de marbre blanc et de grès in situ. En injectant des micro-organismes producteurs d'uréase et des solutions nutritives dans les fissures et les pores de marbre blanc et de grès détériorés, des minéraux tels que la calcite peuvent être rapidement produits pour remplir et sceller les fissures et les pores. La texture, la couleur, ainsi que la perméabilité à l'eau et à l'air des plombages sont semblables à celles du socle rocheux des reliques. Cette nouvelle technologie améliore la capacité anti-détérioration des pierres et permet la restauration in situ d'artefacts précieux en marbre et en grès.



High strength (55MPa) microbial induced sandstone (left panel); Groove-filled white marble stone before (upper right panel) and after repair (bottom right panel)



Microbial repair, epoxy repair, and cement repair of broken white marble blocks (from left to right)

Special Features and Advantages

- Relatively high in production speed (1-4 weeks)
- Controllable uniaxial compressive strength up to 55MPa
- Low water permeability and water absorption rate, can be controlled within 2-6%
- Superior breathability (pore size of about 20µm) over regular cement stone (pore size of about 0.1µm)
- Consistent appearance of the repaired area with the original substrate
- Simple operation, using low-pressure infiltration or spraying method that can minimize physical disturbance to the artifacts
- Non-toxic and less chemicals are used

Applications

- Trial projects were carried out at the Potala Palace and ancient buildings of Tsinghua University
- Other relics of cultural importance, e.g. Dunhuang Grottoes and buildings in the Forbidden City
- Other applications include pre-solidification of coral sand-filled foundation in marine environment; solidification and reuse of dredged mud; fixation of heavy metal pollutants in tailings dam; aeolian sand and dust control; water conservation of loess; stabilization of liquefied sandy soil foundation, etc.

Caractéristiques Particulières et Avantages

- Relativement élevé dans la vitesse de production (1 à 4 semaines)
- Résistance à la compression uni-axiale contrôlable jusqu'à 55MPa
- Faible perméabilité à l'eau et le taux d'absorption d'eau, peut être contrôlé dans l'intervalle de 2 à 6%
- Meilleure respirabilité (taille des pores d'environ 20 µm) par rapport à la pierre de ciment ordinaire (taille des pores d'environ 0,1 µm)
- Apparence cohérente de la zone réparée avec le substrat d'origine
- Fonctionnement simple, en utilisant une infiltration à basse pression ou un procédé de pulvérisation qui peut minimiser les perturbations physiques aux artefacts
- Non-toxique et moins de produits chimiques sont utilisés

Applications

- Des projets d'essai ont été réalisés au Palais du Potala et dans les anciens bâtiments de l'Université de Tsinghua
- D'autres vestiges d'importance culturelle, par exemple les grottes de Dunhuang et les bâtiments dans la ville interdite
- D'autres applications incluent la pré-solidification des fondations remplies de sable corallien en milieu marin; la solidification et la réutilisation des boues de dragage; la fixation de polluants à base de métaux lourds dans les bassins de résidus; la lutte contre le sable et la poussière éolienne; la conservation de l'eau de loess; la stabilisation des fondations de sol sablonneux liquéfié, etc.

Intellectual Property

PRC Patent: ZL201410008320.1, ZL201310145479.3, ZL201310145735.9
ZL201310145496.7 ZL201210464480.8, ZL201210120838.5
ZL201010567414.4

Principal Investigators

Dr. Xiaohui CHENG, Dr. Hongxian GUO, Dr. Meng LI, Mr. Rong ZHANG,
Dr. Qifeng MA, Mr Changzhuan SHAO
Department of Civil Engineering
Tsinghua University
E-mail: chengxh@tsinghua.edu.cn