

生活の場として活用している文化遺産の保全と今後の地域開発のあり方
(世界遺産白川郷の未来地下空間の地盤工学的可能性について)
CONSERVATION OF WORLD HERITAGE BY UNDERGROUND SPACE CONSTRUCTION

八嶋 厚*・張 鋒**・近久博志***・小林 薫***
Atsushi YASHIMA, Zhang FENG, Hiroshi CHIKAHISA and Kaoru KOBAYASHI

It is well known that Sirakawa-go in Gifu Prefecture is a world heritage assigned by UNESCO. The community is not only characterized by its ancient history and the beauty of the scenery, but also the normal life style of the people living in the area. As a major sightseeing resource in Japan, huge numbers of cars pour in, which not only disturbs the scenery and environment but also deteriorate the daily life of the residents in the area. In this paper, a large-scale underground space constructed for parking area at Sirakawa-go is suggested to avoid the disturbance due to sightseeing. The construction can not only improve the environment but also enhance the employment in Northern Hida area.

1. まえがき

岐阜県白川郷は、富山県五箇山とともに1995年に世界遺産として登録された。これらの集落の良さは、古い風致地区としての特徴だけではなく、その地区に住民が普段の生活を営んでいることにある。特に白川郷は、岐阜県における一大観光資源として、一般車両の流入が激しく、風致環境の乱れだけではなく、地域住民の生活環境の悪化を引き起こしている。図-1に示すように冬季におけるライトアップ期間中は、道路上に一般車両が列をなしている(車両のライティングが線として示されている)。また、観光業が村の中心産業となり、地域の伝統や農業活動から村民が離脱するなど、このままでは、世界遺産の文化的価値をすり減らしてしまう可能性が生じてきた。さらに、2002年末に予定される東海北陸自動車道インター開通によって、より多くの観光客の来訪が予想される。

岐阜県においては国土交通省と共同で、一般車両締め出しおよびシャトルバス運用と行った社会実験を実施し、風致・生活環境の保全を目指した施策の提案を急いでいる。しかしながら、地表面における交通流制



図-1 白川郷荻町合掌集落のライトアップ

キーワード: 世界遺産、白川郷、環境保全、地下空間

* 正会員 岐阜大学工学部 社会基盤工学科

** 正会員 岐阜大学 流域圏科学研究センター

*** 正会員 飛島建設株式会社 技術研究所

御は、風致・生活環境保全のための抜本的な解決策ではなく、土木工学的観点からの発想に基づいた将来計画が期待されている。

岐阜大学工学部社会基盤工学科地盤工学系グループは、官民との協調のもと、白川郷荻町地区の風致を全く乱すことなく、生活環境を改善しながら、さらに北部飛騨地方の雇用促進を促す方法として、大規模地下空洞の地盤工学的可能性について議論を重ねてきた。世界遺産という古い町並みの下に、駐車場、未来型都市空間を備えた大規模地下空洞を存在させるといった、過去（風致環境）、現在（住民の日々の生活）、未来（地域雇用促進、未来都市としての地下空間利用試験）を融合した夢物語の具体化を目指すものである。本報文では、白川郷の風致・生活環境保全とともに、交通渋滞や駐車場不足を解消するための地下空間利用について提案する。そして提案する大規模地下空間構築の可能性について、特に地盤工学的諸問題の解決に焦点を絞って記述する。本研究では、岐阜県の白川郷をベンチマークとしてピックアップしているが、全国には風致地区は数多く存在し、同種の問題を抱えている。ここで紹介する地盤工学的評価プロセスは、他の地域についても適用可能な普遍性がある。地盤工学のこれまでの知識を結集した新たな地域振興プランにむけての第1歩と位置づけられる。

2. 地下空間の特性

地下空間は、地上空間とは異なる特性を有している。図-2は地下空間の特性を簡単にまとめたもので、構造特性、心理特性および室内環境特性など幅広い特性（メリット）を有している。このことから、各種構造物の用途にあわせて地下空間の特性を活用することにより、これまでの構造物では難しかった環境保全と経済性（機能確保）等を両立させる構造物の建設が可能になるものと考えられる。

地下施設については、良く知られているように、1)耐震性、2)遮断性・気密性、3)恒温恒湿性、4)ランニングコスト・メンテナンスコスト、5)景観保全、等々において、地上施設よりも優れた点が数多く存在する。

地下構造物は耐震性に優れており、地震に強く防災施設として活用することも可能である。火災など地上で発生した各種災害に対してはシェルターとしての活用も可能である。

1995年に発生した阪神淡路大震災において、地下構造物の被害は地上構造物に比べて著しく少なかったことから、地下構造物が地震に強いことが実証されている。図-3には、地上施設の被災例を示す。

紫外線、電磁波、放射能および地上の振動、騒音等から遮断され、地下の振動・騒音・臭気およびほこり等が外部へ漏れることが極めて少なく、また地下空間内の制御も地上施設に比較してきわめて容易である。

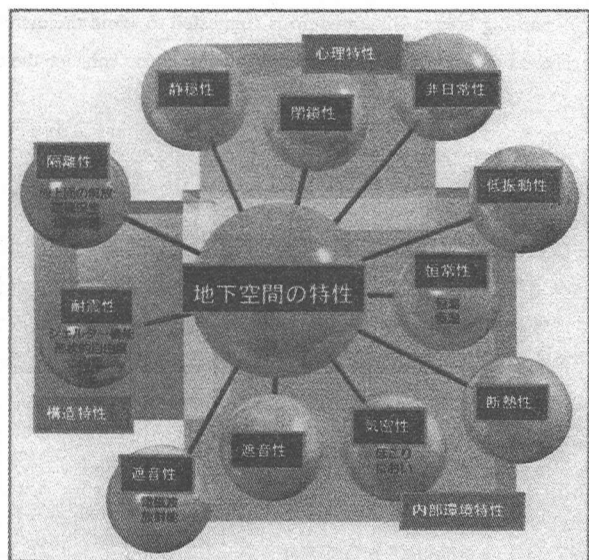


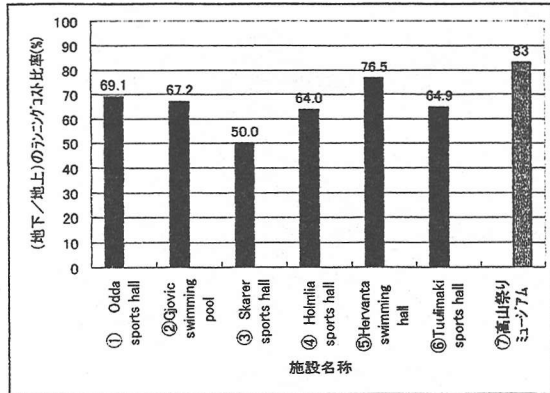
図-2 地下空間の特性



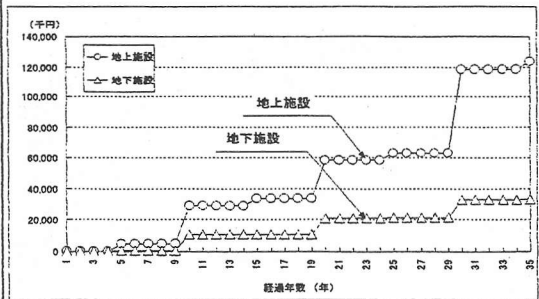
図-3 地震による地上施設の被災例

地下空間は、地上部の温度や湿度変化に影響を受けず、常にある一定の温度・湿度を保っている。この恒温・恒湿特性を活かし、果物や酒類（ワイン、日本酒、食物等）の貯蔵庫として多方面に活用されている。

地下は恒温性・恒湿性に優れており、外部気象条件に影響されず内部環境を制御しやすく、用途により多少異なるが、地上施設に比べて地下施設の空調等のランニングコストは2～5割低減することが可能である。また、構造物の外壁については、紫外線、風雨、寒暖などの気象条件等によって補修する必要があるが、地下空間についてはこのメンテナンスが大幅に低減させることが可能となる。図一4には、各地下施設のランニングコストについて、その施設が地上にある場合との比較を示している。図一5は、ある構造物についてメンテナンスコストの比較例を示したものである。

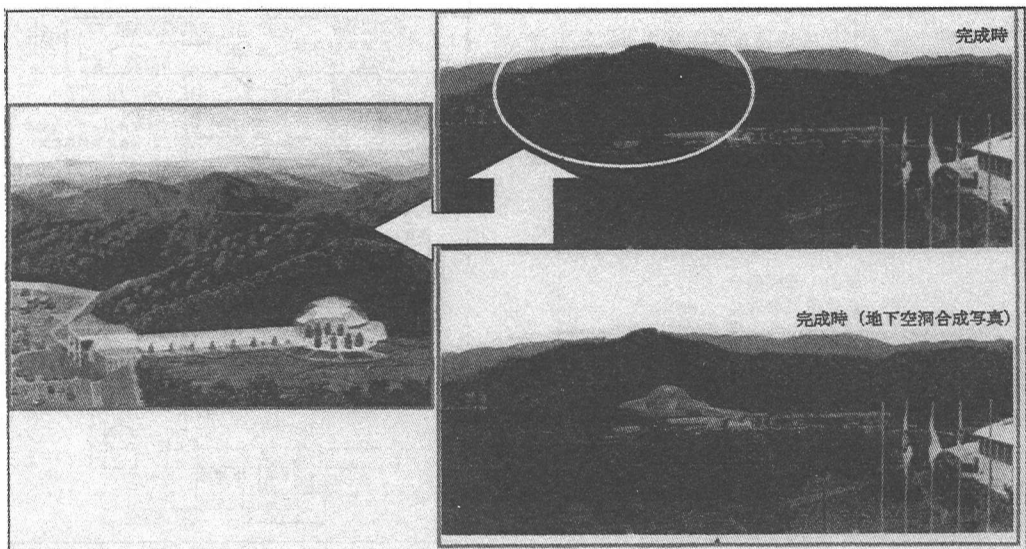


図一4 ランニングコストの比較例



図一5 メンテナンスコストの比較例

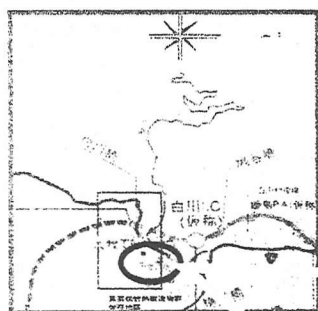
施設のほとんどが地下空間に設置されるため、地上部の自然環境・景観を極力保全することが可能となる。図一6は一例として岐阜県・高山祭りミュージアムの景観を示している。同規模の地上施設を建設する場合には、平地を確保するために建設位置の小高い山を大規模に造成しなければならなかった。



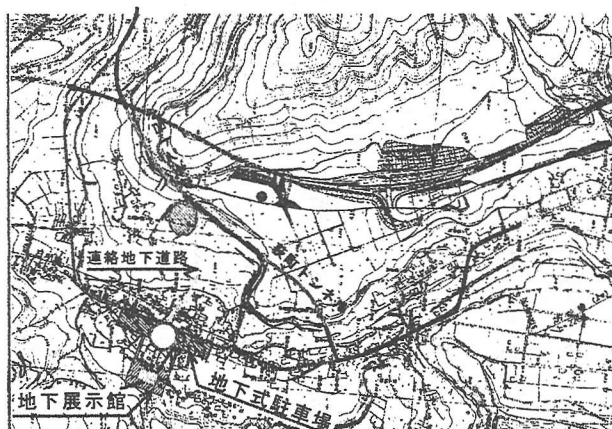
図一6 景観保全に配慮した構造物の一例（岐阜県・高山祭りミュージアム）

3. 白川郷の地下空間利用計画の一例

本章では、白川郷荻町合掌集落の地下に、地下施設群を構築する場合の一例を示す。白川村荻町合掌集落周辺の道路整備状況と伝統的建造物保存や景観保全を勘案して、交通渋滞や駐車場不足を解消するための地下式駐車場などの地下空間利用の概略計画位置の一例を図一7に示す。



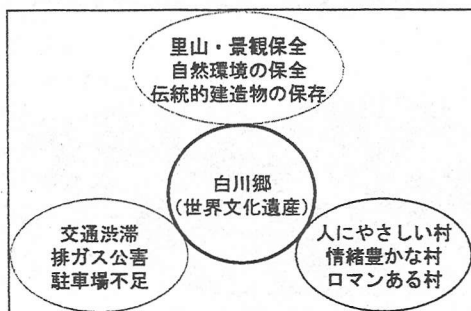
荻町合掌集落周辺の道路整備状況
(東海北陸自動車道は建設中)



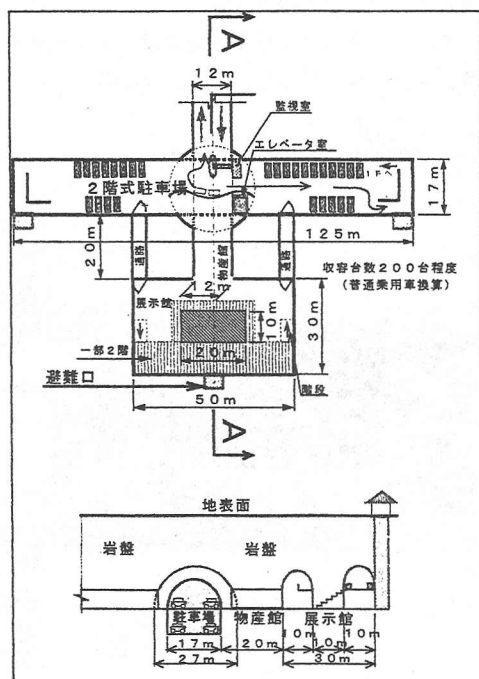
荻町合掌集落周辺の拡大図

図一7 地下空間利用の概略計画位置の一例

地下空間を利用するにあたり、図一8に示すように伝統的建造物の保存、周辺環境や景観の保全およびそこで生活している住民が、地下空間を利用した施設を建設することにより、今まで以上に暮らしやすい村になるよう配慮した。白川村の荻町合掌集落内に計画した地下式駐車場は、その規模を普通乗用車にして200台程度を目安にした。図一9に地下式駐車場の平面図を示す。なお、地下式駐車場の規模などについては、現地の地質条件、景観などを考慮した上で、経済性、施工性を勘案して最終決定することが望ましい。



図一8 計画にあたって考慮した事項

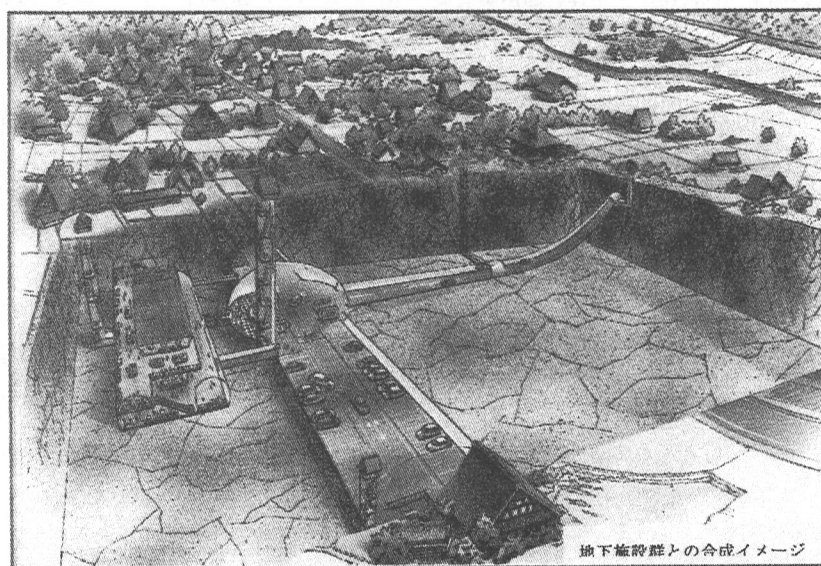
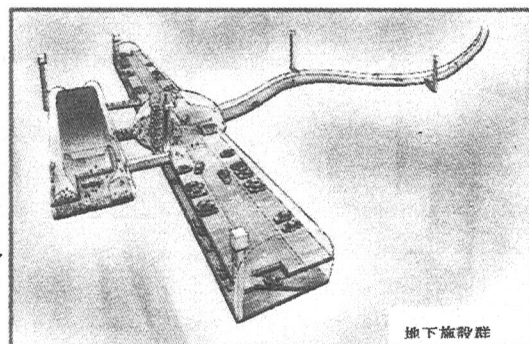


図一9 地下式駐車場の平面図

ここで提案した地下空間利用をまとめると、以下のパースのようになる。



地下施設群を配して、
萩町合掌集落の地表
をはぎ取ってみると



図一 10 地下施設群との合成イメージ

4. 大規模地下空洞の地盤工学的可能性評価

大規模地下空洞構築の可能性評価について、岐阜大学工学部社会基盤工学科地盤工学系グループは、「地質環境把握→空洞形状最適化→掘削安定性評価→地下水流予測→耐震安定性→長期安定性」といったプロセスごとに研究を行っている。

1) 地質環境把握：岐阜県内を主な研究フィールドとして、大規模斜面崩壊の原因究明、断層の形成機構、被害地震と構造線との関係など、地盤災害とその背景としての地質学的環境に関する構造地質学的研究を実施している。岐阜県内を対象とした長年のフィールド経験に基づき、白川郷周辺における活断層調査、地質調査解析を実施していく。これらの成果は、県域統合型GISにまとめられる。

2) 空洞形状最適化および設計：荻町地区の生活環境と地形・地質情報に基づいて、地下空洞の規模および候補地を少なくとも5ケース程度提案する。提案された各ケースについて、不特定多数の人間が恒常的に利用できるよう空洞の形状を提案する。提案されたそれぞれの形状について、性能照査に関する統一的概念のとりまとめを行う。

3) 掘削安定性評価：大規模地下空洞の掘削時安定性評価を行うために、亀裂性岩盤の取扱い、支保構造のモデル化などを、従来の3次元有限要素法に導入して、対象とする岩盤における大規模掘削をシミュレートする。掘削対象岩は、主に白川花崗岩である。この岩盤中に大規模地下空洞を掘削する工法の選定を行うために、①掘削時の周辺環境の乱れを極力小さくする、②迅速で安全な掘削を目指す、③建設副産物（汚泥も含む）のリサイクルに努める、④最新の掘削技術を利用するか新たに研究開発する、といった地盤工学的条件に基づいた検討を行う。

4) 地下水流予測：GIS上のデータに基づいて集水地形を把握するとともに、荻町に存在する複数の井戸についてその経時的な水位分布を観測することによって、現状での地下水流に関する基礎的情報を収集する。また3)の掘削解析で得られた間隙水圧分布を初期条件として、空洞が存在する長期的な地下支流解析を3次元モデルによって実施していく。

5) 耐震安定性：白川郷のまわりには、御母衣断層、跡津川断層、牛首断層等の活断層が存在している。したがって、大規模空洞の長期的安定性を論じるためには、耐震設計がなされていなければならない。大規模な地下空洞とその上部に位置する生活空間の耐震安定性を評価するためには、3次元解析法が必要である。地上部および地下空洞内に配置されたライフライン網について、地震災害予測を行う手法の整備を行う。また、復旧過程を容易ならしめるライフライン配置についての研究を行う。

6) 長期安定性：空洞掘削時の地盤の乱れ、それに伴う岩盤の強度劣化、クリープ特性、地下水流の変化、等々が地下空洞と上部生活空間に及ぼす影響について長期的に予測しなければならない。地下空洞安定化のために想定される各種支保構造体のモデル化のための要素ライブラリ整備を行う。

5. あとがき

本報文では、白川郷荻町合掌集落の地下空間について、地下施設群の一例を示すとともに、地下空間構築のために解決しておかなければならない地盤工学的問題について、各プロセスごとの研究項目と現状での研究ポテンシャルを示した。

世界遺産という古い町並みを対象としたプロジェクトに関しては、社会環境的側面での検討も重要である。岐阜大学においては、社会基盤工学科地盤工学系グループと学外のメンバー（県内有力銀行、白川村商工会、岐阜県、地質調査業協会、建設業、等々）による技術交流研究会を設置し、夢物語の可能性について議論している。そこでは、工学的な問題だけではなく、地域振興や環境保全といった社会環境的側面が議論される。議論の結果は、広く地域住民に公開していきたいと考えている。