

VI- 310

月面地下空間の構築方法（ファウンデーション・スラブ工法）

東急建設（株） ○正員 椿 雅俊 正員 奥村 幹也
正員 大橋 康廣 上野 隆雄

【はじめに】

放射線に代表される月面環境は人体に有害である。月面居住施設は基地施設構築後に月の表土（レゴリス）で覆土したり、施設そのものを地下に構築することが放射線防護の点から有効である¹⁾。しかし、従来から提案されている建設方法のほとんどは、月表面での長時間の有人作業を必要とし、その工程も複雑である。

【ファウンデーション・スラブ工法】

人体に有害な月面の過酷な環境からの防護のために、月の地下空間に基地施設を構築することが検討されている。本報では、地下空間に居住施設を構築する際、有人作業にとって安全な環境を施工の初期段階に提供する建設方法（ファウンデーション・スラブ工法）を提案する。本工法は、月表面に地下基地施設の遮蔽構造物およびそれらの支持基盤となるファウンデーション・スラブを構築し、その後にガスジェット噴流によりスラブ下のレゴリスを掘削することにより基地施設のための地下空間構築方法である。

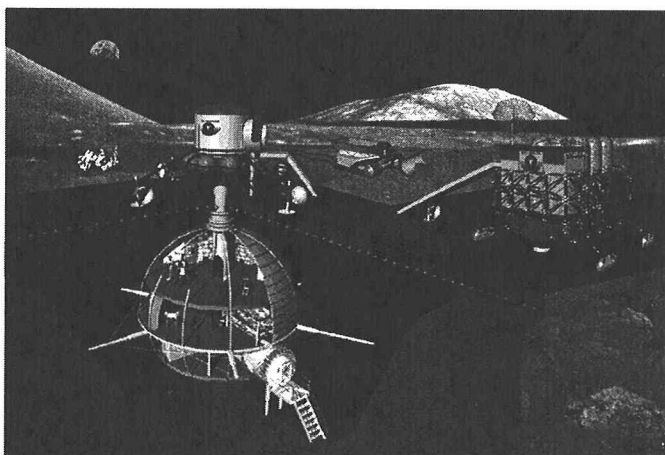


図1 ファウンデーション・スラブ工法による施工概念図

本工法により、拡張性の高い地下空間が安全に構築され、月表面での有人作業量はかなり押さえられたものとなる。また地下掘削のための大規模な掘削機材が不要になり、相対的に経済的で安全な工法である。

【施工手順】

- 1) スラブを月表面に密着させるための整地作業を行った後、スラブを据え付ける。
- 2) 予めスラブに設置された接続ノードにガス・ジェット掘削システムを接続する。接続ノードは、居住モジュール施工時には資材搬入口、供用時にはエアロックの役割も果たす。
- 3) ガス・ジェット掘削システムによりスラブ下のレゴリスを掘削され地下空間が創出される。ガス・ジェット掘削システムに組み込まれたバキューム回収装置により、レゴリスはスラブ上に搬出される。搬出されたレゴリスはスラブ上に盛土層を形成し、放射線遮蔽構造物として利用される。
- 4) スラブ下の空間が完成すると、居住施設モジュールの到着を待ち、基地施設構築の工程に移る。接続ノードにエアロック機能を併せ持つ支援モジュールを接続する。酸素と窒素を充満させればスラブ下の空間では簡易宇宙服で作業することも可能である。居住ユニットは折り畳んだ状態で地球から輸送される。月に到着した後、支援モジュールを通してスラブ下に運ばれ、スラブにぶら下がった状態となる。ここで、居住ユニットは展開または膨張して、外部構造が完成する。支援モジュールを通してインテリア構造部材、設備機器等が居住空間に送り込まれ、居住施設が完成する。地表面には、エネルギーユニット、放熱装置、通信施設、実験観測装置等が設置され、すべての作業が終了する。

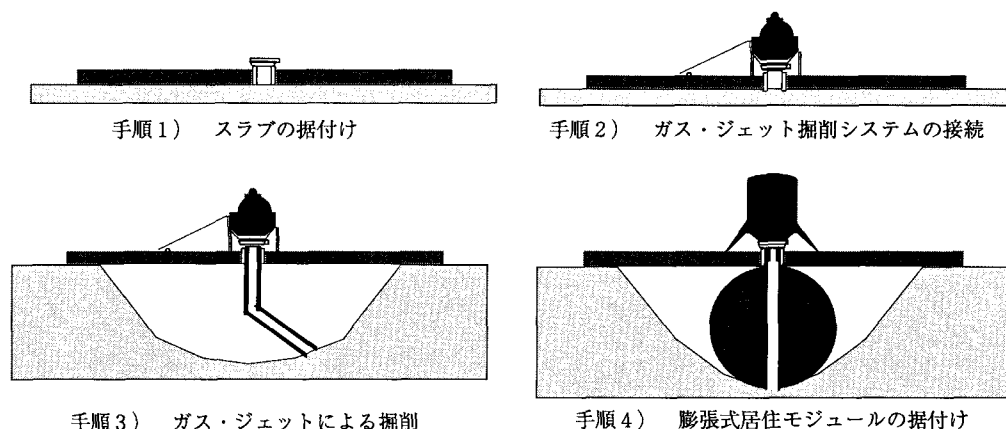


図2 ファウンデーション・スラブ工法施工手順

【ガス・ジェット掘削システム】

レゴリスは表層部を除いて非常に密に締固まった状態であるので、レゴリスをほぐしながら掘削するという作業が必要となる。ガス・ジェット掘削システムでは、ガスがレゴリスをほぐし、掘削したレゴリスを搬出する媒体の役目も果たす。本システムでは従来型の掘削システムのような大型の機材は必要としない。掘削したレゴリスの搬出にはバキューム・ポンプによるレゴリスとガスの回収法を用いる。搬出されたレゴリスとガスは機械装置により容易に分離される。分離装置にも複雑な機構は必要としない。回収されたガスは再び掘削用のジェットとして利用される。図3にガス・ジェット掘削システムの構成のアウトラインを示す。

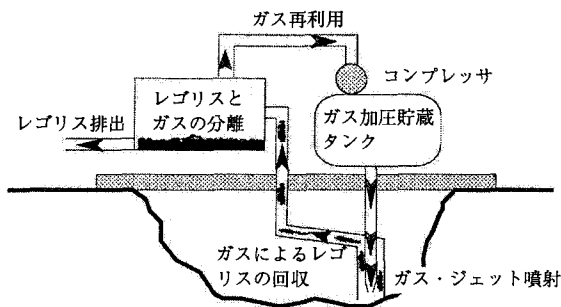


図3 ガス・ジェット掘削システム

【スラブ】

ファウンデーション・スラブ工法で用いるスラブは、月面基地の発展段階に応じてその構造材料を選択できる。初期段階の月面基地では、建設資材のほとんどを地球から輸送するため、軽量材を用いたハニカム・サンドイッチ構造で、折り畳み・展開可能な構造となる。拡張段階では、月で建設資材を製造可能となるので²⁾、キャスト・バサルトやコンクリートの直打ち構造を採用することも可能となる。

【まとめ】

ファウンデーション・スラブ工法の特徴は、スラブを据付け後に、ガスジェットにより地下空間を掘削することである。ロボティック作業により、単純に地表面のスラブが構築され、その後、スラブ直下を掘削すれば、容易に加圧地下空間が創出される。スラブは、直下の構造体・居住ユニットの支持基盤にもなる。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり（株）マース・インダストリーズの村川恭介氏には有益なご助言を頂きました。ここに深く感謝いたします。

【参考文献】 1) 宇宙開発建設研究会，「第1回宇宙と建設シンポジウム講演集」，1991年10月 2) 宇宙開発事業団，「宇宙開発、21世紀の将来像」，1993年4月