

VI-237

月面構造物設計条件の検討

-道路部必要碎石厚の検討-

(株)銭高組 技術研究所 正会員 ○原田尚幸

同 上 佐藤常雄

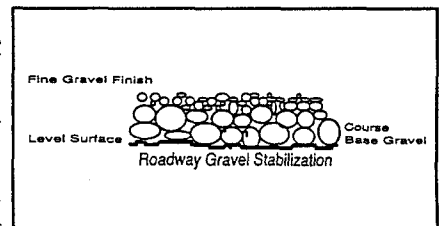
同 上 高津 忠

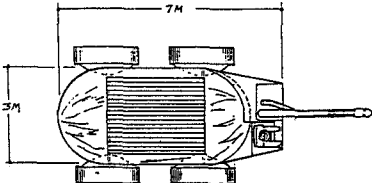
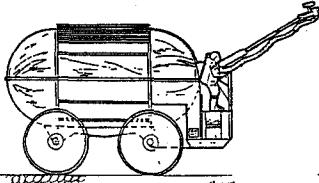
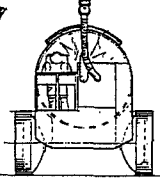
1. まえがき

近年、国内外において、宇宙開発への関心が急速に高まりつつある。本文は、このような状況の下、NASA J. S. C. の「LUNAR OUTPOST¹⁾」で提案されている月面基地の内の道路の必要碎石厚について実施した検討結果について報告するものである。

2. 検討条件

月面基地がある程度の発展段階を迎えると、着陸台や各施設間を連絡する道路が必要となり、その構造は図-1に示すようなものとなる²⁾。図-1に示す道路部の必要碎石厚の検討条件を表-1に示す。表-1に示すように、道路を通行する車両としては、荷重が最大となる燃料補給車を考える。また、荷重は月重力場におけるものであり、輪通過回数は、ここでの想定値である。

図-1 道路部の構造²⁾表-1 検討条件一覧表²⁾

荷重と地盤モデル	検討条件	備考
   碎石 現地盤 $k_{v0}=0.10 \text{ (kg/cm}^3\text{)}$	・燃料補給車 積載重量 $40 \times 1/6 \text{ tf}$ 車両重量 $14 \times 1/6 \text{ tf}$ ∴輪荷重 $13.5 \times 1/6 \text{ tf}$	・荷重としては、重量が最大となる燃料補給車を考える。 ・燃料補給車については、文献 ²⁾ から引用 ・地盤反力係数については、Firmの値を採用する ³⁾ 。
	輪通過回数 ・走行回数: 1回/2月～1回/2日 ・耐用年数: 10年 ∴輪通過回数 $N = 120 \sim 3650$	・想定値 ・復路の積載燃料は空とする。

3. 検討方法

道路部碎石厚の検討は竹下の方法⁴⁾を用いて実施する。本検討方法の手順を以下に示す。

①道路通過車両の輪荷重と通過回数から必要となる地盤のCBR_r値を算定する。

②月面上での地盤反力係数 k_{vo} から現地盤のCBR値を算定する。

③必要となる地盤の CBR_z 値と現地盤のCBR値を比較し、碎石の置き換え深度を算定する。

4. 検討結果

4.1 必要地盤 CBR_z 値と現地盤CBR値の算定結果

必要地盤 CBR_z 値と現地盤CBR値の算定結果を表-2と表-3に示す。

4.2 碎石厚算定結果

表-2と表-3を用いて、 $CBR_z > CBR$ となる必要碎石厚範囲を算定した結果を図-2と表-4に示す。図-2と表-4に示すように、仮に燃料補給車が耐用年数10年間に120~3650回通行するとすれば、必要な道路碎石厚は約30~50cmとなる。

本検討では、道路部に碎石が必要となる結果になったが、仮に地盤がより良好な場合にも、車両通行時のレゴリスの飛散を防止するために道路部の碎石は必要となる。その場合、地上での最小碎石厚は、一般に10cm程度とされているが、月面では、環境条件はもとより、レゴリスの地盤特性、車両重量、碎石径等の種々の条件を考慮して設定する必要がある。

5. あとがき

NASA J.S.C.の「LUNAR OUTPOST」に示されている道路に必要な碎石厚について概略検討を試みた。その結果、道路部における碎石厚を概略把握することができた。しかし、今回の検討は、限られた数少ないデータを基に検討条件を設定し、しかも、道路の設計で最も重要な因子である月表面土のCBR値を、地盤反力係数 k_{vo} を用いて旧国鉄の式で推定したものであり、したがって、結果の解釈については十分注意する必要がある。

本研究は、宇宙開発建設研究会の「月面構造物設計条件の検討」ワーキングの活動（大林組、鹿島、熊谷組、佐藤工業、銭高組、地崎工業、東急建設、西松建設、間組、フジタ、三井建設）の成果⁴⁾の一部である。

表-2 必要地盤 CBR_z 値算定結果

項 目	輪通過回数(回)	
	120	3650
破壊作用係数	3.12	5.34
設計輪荷重 (tf)	0.3	0.8
接地半径 (cm)	12.3	12.8
接地圧 (kgf/cm ²)	0.63	1.55
CBR _z 曲線		
$CBR_z = \frac{0.63 \sim 1.55}{0.15(1 + (Z/12.3 \sim 12.8)^2)}$		

表-3 現地盤CBR値算定結果

項 目	算 定 結 果
CBR 値	$CBR = 0.642 \times 10^{0.115 k_{vo}} = 0.659$
備 考	$k_{vo} = 0.10$ (kgf/cm ³)

表-4 碎石厚算定結果

項 目	輪通過回数(回)	
	120	3650
必要 碎 石 厚 (cm)	30	50
碎石の必要CBR値(%)	5 以上	15 以上

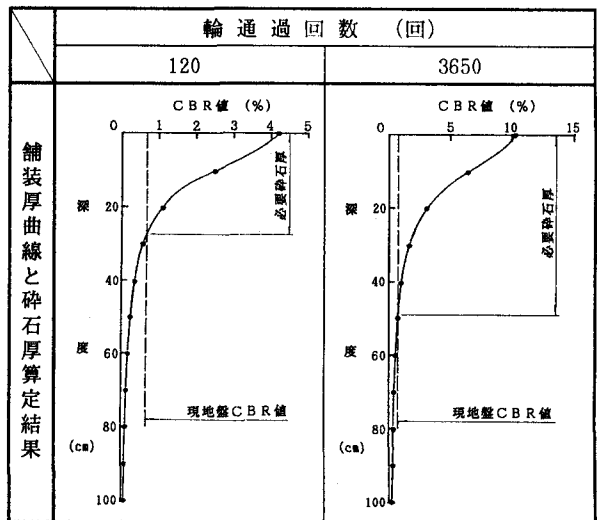


図-2 CBR_z 値(舗装厚曲線)と碎石厚算定結果

参考文献

- 1) NASA J.S.C. : LUNAR OUTPOST, 1989.
- 2) NASA J.S.C. : Lunar Base Systems Study Task 3.1, 1988.3.
- 3) 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, 1991.10
- 4) 竹下 春見 : CBR法の拡張, 土と基礎, 1964.6.