

工事対象地を n 層に区切り、この 1 層を 1 ブロックとする(図-2). 各層は、地形に合わせて立方体を配置している. 立方体の付加情報と地形モデルから作業距離、経路延長・勾配により施工コストを算出する.

3-2 施工コスト算出

重機編成は、(1) ブル (32t 級), (2) バックホウ (0.6m³ 級), (3) ダンプ (10t 級) とする. (以下 (1), (2), (3) はそれぞれブル, バックホウ, ダンプとする.)

施工コストは以下の式 (3.1) で表す.

$$TC = C_w + C_r \quad (3.1)$$

TC は施工のトータルコスト (円), C_w は作業コスト [円], C_r は仮設運搬経路建設コスト (円) である.

1 立方体当りの作業コスト C_w は式 (3.2) となり, α は作業単価 (円/m³), V は土量 (m³) とする.

$$C_w = \alpha V \quad (3.2)$$

また, $\alpha = vR$ となり, v は作業量 (m³/hr) を示し, 重機, 地質, 積み込み口の位置により異なる. R は重機コスト (円/hr) とする.

次に, 作業量 v を示す. 作業量 v は次式で表す.

$$v = (qEf) / H$$

ただし, q は 1 サイクル当りの作業量 (m³/回), E は作業効率, f は土の体積変化率, H はサイクルタイム (hr/回) となる.

式 (3.1) の C_r (円) は各ブロックの仮設運搬経路建設コストの合計で, 式 (3.3) となり, β は仮設運搬経路建設単価を, d_k は各ブロックの経路延長を表す.

$$C_r = \sum (\beta d_k) \quad (3.3)$$

β は以下の条件により変化し, θ は各ブロックの仮設運搬経路勾配とする.

$$\beta = 5600 \quad \theta \leq 10\%$$

$$\beta = -0.17d_k^2 + 14.67d_k + 6998.75 \quad \theta \geq 10\%$$

ここで, 重機と地質毎の係数を以下に示す(表-1, 表-2). 各係数の値は「平成 19 年度版土木工事積算基準マニュアル³⁾」を参考にした.

表-1 重機に関する係数

係数/重機	ブル	バックホウ	ダンプ
q (m ³ /回)	4.64	0.588	(表-2)
E	(表-2)	(表-2)	(表-2)
F	1	1	1
H (hr/回)	注)	注)	注)
R (円/hr)	17870	11840	6960

注) 表-1 の H は次の通りとする.

$$H_{(1)} = (0.027L_{kij} + 0.78) / 60$$

$$H_{(2)} = 30 / 3600$$

$$H_{(3)} = (5.3d_k + 15) / 60$$

表-2 地質毎の作業効率・作業量

地質/作業効率・作業量	$E_{(1)}$	$E_{(2)}$	$E_{(3)}$	$q_{(3)}$
ρ_1 (砂)	0.8	0.6	0.9	5.5
ρ_2 (レキ)	0.65	0.6	0.9	5.5
ρ_3 (粘性土)	0.65	0.6	0.9	5.5
ρ_4 (軟岩)	0.45	0.5	0.9	4.5
ρ_5 (硬岩)	0.45	0.5	0.9	4.0

3-3. GA

各ブロックの積み込み口候補毎の施工コストを算出した後, 積み込み口を解の候補とした GA を用いて最適な仮設運搬経路を選択する.

4. 適用事例

佐賀県嘉瀬川ダム工事における原石山掘削作業を適用事例とする. 以下に対象地のモデル化を示す(図-3).

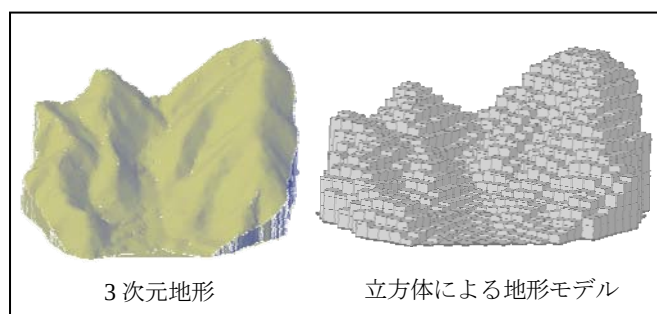


図-3 対象地のモデル化

縦 320m, 横 250m の地形で, 全土量は約 1,230,000m³ である. 標高 4m 毎にブロックを区分し, 1 立方体の幅は 4m とした.

5. おわりに

本研究では, 3 次元データを用いた施工コスト最小規準による最適計画の提案を行った. 今後, 様々な事例に適用し, 3 次元データを用いた効率的な施工計画を検証していきたい.

【参考文献】

- 1) 石川六郎, システムズアプローチによる工事管理—主として土工工事について, 鹿島出版会
- 2) 有村幹治ほか, 土木分野における遺伝的アルゴリズム: 最適化と適応学習, 平成 18 年度土木学会論文集 D
- 3) 建設工事積算研究会編, 「平成 19 年度版土木工事積算基準マニュアル」, 財団法人建設物価調査会