

IV-190

計画地形設計を中心としたニュータウン
開発計画の検討方法に関する研究

京都大学大学院 学生員 南 健志

京都大学工学部 正 員 春名 攻

京都大学工学部 正 員 吉川 和広

1. はじめに

従来、ニュータウン開発の構想内容を個々の具体的な計画として取りまとめる際の作業方法は、対象とする地域の地形的条件や開発方針等々によって異なっていたため、その作業形態は手作業もしくは手作業の内容を部分的に機械化（自動化）したものに過ぎなかった。本稿はコンピュータを利用して各計画作業を効率化して再編成し、計画内容をより多角的に検討することができるようなシステム（Computer-aided Planning System）の開発について取り扱ったものである。

2. 本研究のアプローチ

本研究においては、計画全般の中でも計画化の方向づけのための検討が重要であると考えた。そこで、まず計画全般を概略的なレベルで具体化してこれを評価し、そこでよいと判断した概略的な計画をその後の詳細な計画のための指針としていく計画方法がよいと判断した。このため、計画地形形状を概略的に表現し、合目的に設計する作業を数値モデル（計画地形モデル）として開発した。この数値モデルの利用により計画地形の設計作業が省力化・迅速化されれば、種々の地形代替案を生み出すことが容易になる。その結果、各地形代替案に対して防災・都市施設や造成工事等を想定して比較検討することが有効となることが容易にわかる。そこでこの計画地形モデルを利用して、各計画内容の検討システムを構築することとした。

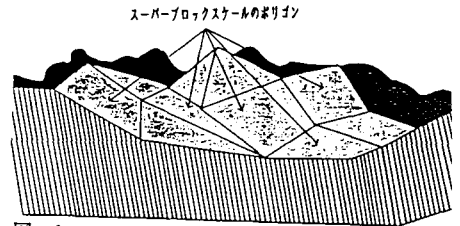


図-1 スーパーブロックスケールのポリゴンによる
計画地形表現のイメージ図

3. 計画地形モデルの概要とその定式化

本研究においては計画地形を図-1のようにスーパーブロックスケールの造成面をポリゴン（多角形）で、幹線道路、擁壁に相当する部分をポリゴン間の辺として表現し、これを「計画地形表現モデル」とした。これらの各ポリゴンは現況分析結果などをもとに対象地域を試行錯誤的に十数個に分割したブロックに対応している。次に計画地形を表す数値計画モデル（「計画地形設計モデル」）については、表-1に定式化したように計画地形として実行可能であることを反映させて造成のための諸量の許容値をパラメータとした制約条件を考えた。そして、この制約条件のもとで造成工事費用が低減するように、対象地域の総土工量の最小化を目的関数とするように構成した。ここでブロック分割や造成形状の許容値の設定には比較的粗いスケールで設定するが、これは個々の面地や擁壁を総括して、概略的に計画地形を表したためである。

表-1 計画地形設計モデルの定式化

目的関数	
造成地域全体の総土工量の最小化	
$V_{total} : S_1 Z_{01} + S_2 Z_{02} + \dots + S_n Z_{0n} \rightarrow \min \quad (3-1)$	
n はブロックの数; S_i はブロックの分割時の面積	
制約条件	
① 切土量と盛土量のバランス	
$V_{balance} : S_1 Z_{01} - S_2 Z_{02} + \dots - S_n Z_{0n} = 0 \quad (3-2)$	
$S_k (k=1, 2, \dots, n)$ の係数の符号はブロックが切土(+1)、盛土(-1)による	
② 造成面の勾配の制約条件（非線形条件）	
ポリゴンの最大面勾配が一定値（与件=パラメータ）以下	
$TK \leq \text{Const.} \quad (k \text{ はブロックの数}) \quad (3-3)$	
$TK = \tan \phi = \alpha (Z_1 - Z_0)^2 + \beta (Z_2 - Z_0)^2 + 2\gamma (Z_1 - Z_0)(Z_2 - Z_0)$	
③ 造成面高低差条件	
ポリゴン端点の高低差が一定値（与件=パラメータ）以下	
$- \text{Const.} \leq H1 \leq \text{Const.} \quad (1 \text{ は段差の数}) \quad (3-4)$	
$H1 = (\alpha Z_{11} + \beta Z_{12} + \gamma Z_{10}) - (\alpha' Z_{21} + \beta' Z_{22} + \gamma' Z_{20})$	
④ 幹線・準幹線道路の縦断勾配条件	
道路予定線の縦断勾配が一定値（与件=パラメータ）以下	
$- \text{Const} \leq G_m \leq \text{Const} \quad (m \text{ は道路予定線の数}) \quad (3-5)$	
$G_m = \tan \delta = \alpha Z_1 - \beta Z_2$	
計算変数	
原地形の重心の高さと計画地形の重心の高さの差 (Z_{01})	
道路予定点のZ座標 (Z_1, Z_2)	

4. 計画地形モデルを活用した計画検討方法の概要と適用例

ニュータウン計画の検討作業を、この計画地形モデルを活用して構成すると、まずモデルへの入力内容である「対象地域へのブロック分割」や最適化モデルのパラメータである「地形制約条件の許容値」の設定をどのように行うかが課題となる。更に、上のような入力内容のもとで設計モデルによって設計された計画地形をどのように評価するかという課題もあり、ここでは計画策定方法として、地形設計が容易に行えることを利用し、ニュータウンとしてふさわしい計画案を発見的（ヒューリスティック）に策定していく方法が望ましいと考えた。そこで、「ブロック分割」については対象地域の現況分析の中でも特に原地形形状を把握することが、効果的なブロック分割のために必要であると考え、図-2のように原地形の形状を近似しその標高、勾配、傾斜方向をわかりやすく表し、これをもとにブロック分割を行った。また「地形条件の許容値」に対しては表-2のように各許容値をパラメトリックに変化させ、各々の値での総土工量形状の変化を取りまとめ、表-3のように造成のための計画情報を作成した。そして、設計された計画地形の評価方法に関しては、詳細な計画に対するものではなく、トータルな計画内容に対しての評価が望ましいと考えた。ここではその一例として、造成工事の概要を検討するために、異なるブロック分割案に対して計画地形を標準的な造成量で設計し、切盛土分布を比較検討して造成工事について評価すると、表-4のように造成工事の概要を考慮した地形設計の作成が可能となった。

5. おわりに

この検討システムはまだ開発途中であり、本稿の内容は現在までの研究経過を発表したものである。そこで、今後は検討内容のプレゼンテーション機能や計画地形上に想定する施設に対する評価等々を取り入れることにより「総合的なシステム」として完備していくつもりである。最後に本研究をおこなうにあたり協力していただいた

京都大学大学院
院 藤博行氏
に対して感謝
の意を表しま
す。

表-3 制約条件値によるパラメトリック分析結果

①	造成境界付近において安全性を高めようと低い擁壁を考えれば、造成工事に対してかなり大きな負荷を与える。
②	設計した造成面に対して、傾斜による土地利用の制約を避けるためには、境界付近で大きな法面処理を行うことが必要である。
③	設計速度の大きな幹線・準幹線道路を計画する場合は、造成境界部における小規模な法面処理を施すだけでは目的にかなうような設計はできない。

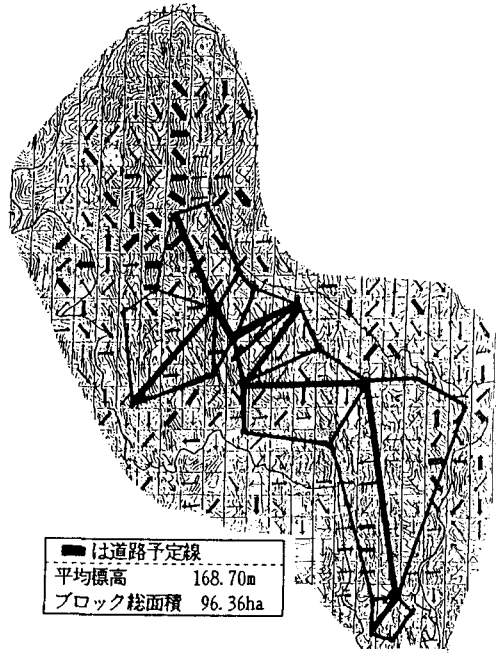


図-2 原地形近似を考慮したブロック分割案例

表-2 地形条件の許容値による
総土工量 [単位: 万 m³] の変化

地区内 段差	境界部 段差	道路縦断勾配		
		4%	6%	8%
3 m	1.5 m	※	932.2	891.6
	2.0 m	※	488.4	455.6
	2.5 m	※	402.9	350.1
	3.0 m	457.1	308.3	
5 m	1.5 m	※	881.6	837.1
	2.0 m	※	466.4	433.6
	2.5 m	544.8		
	3.0 m	433.2	287.7	236.7
7 m	1.5 m	※	828.0	786.4
	2.0 m	※	444.4	412.4
	2.5 m			
	3.0 m	409.6	266.1	214.7

注) すべて造成面制約値は 30° のとき
※は、設計不可能であることを示す

表-4 切盛土量分布からのとりまとめ

①	どのブロック分割案でも一般に南東部分での盛土量は大きな量となる。
②	図-2のようなブロック分割では他の分割案に比べて運土量・運土距離が小さくなる。
③	対象地域北西部の標高 150m~200m 付近において平坦な地形を確保しようとする開発地域全域に対して土工量・運土距離共に負担が大きい。