

(I-2)

土地開発事業の企画段階における 計画的検討作業のシステム化に関する研究

A Methodological Study on CAD System for Planning of Land Development Project

立命館大学 春名 攻・
京都大学大学院 高岸 実良・
立命館大学大学院 ○小山 卓爾郎・

By Mamoru HARUNA, Chikara TAKAGISHI, Takujirou KOYAMA

近年の大都市周辺部における大規模土地開発事業は、地価の高騰や開発適地の減少による土地取得の困難化や、多様化社会という新しい時代の到来による居住者の宅地へのニーズの多様化・高度化により、大変厳しい状況となってきた。一方土地開発事業計画は、多くの階層的段階を持ち、かつそれぞれにおいて多面的であるため、従来は計画者の勘や経験にもとづき試行錯誤的に行われてきた。そのため、計画案の作成は非常に多くの労力と時間を費やし、複数の代替案の検討が困難であり、十分に他の可能性を検討することができなかった。そこで本研究では、土地開発事業の企画段階における計画的検討作業の効率化を計ることを目的とし、システム化を行なうにあたっての方法論の構築を行なった。これにより、事業成立の判断を下すときの意志決定の材料となるようなフィージビリティの高い代替案の設計が行なえると判断している。

【キーワード】ニュータウン、企画、CAD

1. はじめに

大都市周辺における大規模土地開発事業は、都市部に端を発した地価高騰の影響を受けて、素地価格の高騰、用地取得の困難化などによる開発適地の遠距離化や外縁化が進み、大変困難な状況となっている。また、「価値観の多様化（ライフスタイルの変化）」、「情報化」、「国際化」、「高齢化」を底流とした「経済のソフト化」など、我が国の社会経済は新しい時代を迎えている。これら社会の質的な変化を受けて、宅地開発においても、従来のような単なる「ベッタウン」的な開発から、「住む」、

「働く」、「学ぶ」、「遊ぶ」といった複合機能が備わっている地域整備と調和のとれた魅力的なまちづくりが望まれている。一方、土地開発事業計画は多くの階層的段階を持ち、かつそれぞれにおいて多面的であるため、従来は計画者の勘や経験にもとづき、試行錯誤的に行われてきた。このため本研究では、大規模土地開発事業の企画段階に焦点をあてて、CAD (Computer-aided Design) 的な手法を用いた企画作業のシステム化に関する方法論的研究を行なった。

2. 企画段階の作業のシステム化に関する考察

(1) 土地開発事業の企画段階

ここでは、本研究が対象としている土地開発事業の企画段階について述べることにする。まず最初に企画段階での作業の主要な目的は、あらかじめ設定された事業化戦略を現実の土地開発プロジェクトに置き換えながら、事業推進のための大枠を計画することである。図-1は、土地開発事業における企画

-
- * 正 員 工博 理工学部土木工学科 教授
(〒603 京都市北区等寺院北町56-1)
- ** 学生員 工学研究科
(〒606 京都市左京区吉田本町)
- *** 学生員 理工学研究科
(〒603 京都市北区等寺院北町56-1)

段階の位置づけとその構成内容について整理したものである。この段階での作業は、①事業戦略に合致する土地開発プロジェクト化の候補を具体的に生み出していくこと、②計画段階のものも含めて、現在取り組んでいるプロジェクト群全体についての進展を把握し、コントロールしながら、新規プロジェクト化の候補をその中に位置づけて行くこと、の大きく2つに分けて考えることができる。さらに前者は、①外部情報に密着しながら、プロジェクト化の素材を見つけ出してくる作業、②①の素材について、プロジェクト化の内容を様々に検討し、具体的な企画案にまで高めていく作業、とに分けることができる。

そこで本研究では、図-1における(Ⅱ)土地開発プロジェクト群の企画化に焦点を当てて、企画段階における計画的検討作業をシステム論的な観点から研究を行なうこととした。すなわち本研究では、前提条件として開発適地の選定及び開発基本方針はすでに与えられているものとし、この段階以降の各計画段階の先取りの検討として、与えられた開発イ

メージを具体化し開発内容の構想(企画化)を行ない、さらに事業費の概算を含めた採算性の検討を行なうことにより、開発実施の意志決定を行なう際の判断材料になるようなフィージビリティの高いプロジェクト企画案の策定をめざした。

(2) 計画的検討作業のシステム化の必要性

企画段階であれ、計画段階であれ、土地開発事業の計画的検討作業の内容を見ると、計画地形の形状が、①土地利用や施設の配置に際して考慮すべき支配的要因であること、②土地造成費の低減に密接に関係すること、等々のように、重要な意味を持っていると考えられる。また、従来、計画地形案の作成は非常に多くの労力と時間を費やし、複数の代替案の検討が困難であり、十分に他の可能性を検討することができなかった。

以上のような理由より、本研究では、企画段階での計画的検討作業を計画機能論的に多様な側面から合理的かつ効率的に行ない、豊富な内容を持つ企画案を求めるためには、計画地形設計を中心とした作

成・検討方法を構築することが必要であると考え、CADシステム構築の基本方針として、計画地形設計を中心とした計画策定プロセスを提案している。すなわち、計画地形の設計をCADシステム化することにより、複数で多様な内容を持つ計画地形代替案の迅速な作成を可能にし、さらに作成された計画地形代替案に対して、土地利用計画および施設整備計画の先取りの検討や、その計画代替案に対し、事業費概算という費用面からの評価を始めとする多様な評価が行なえるという点においても、CADシステム化することを提案するものである。

3. 企画案策定プロセスに関する考察

本研究における検討プロセスの全体構成は、図-2に示すように、
(1) 概略的計画地形案の策定、

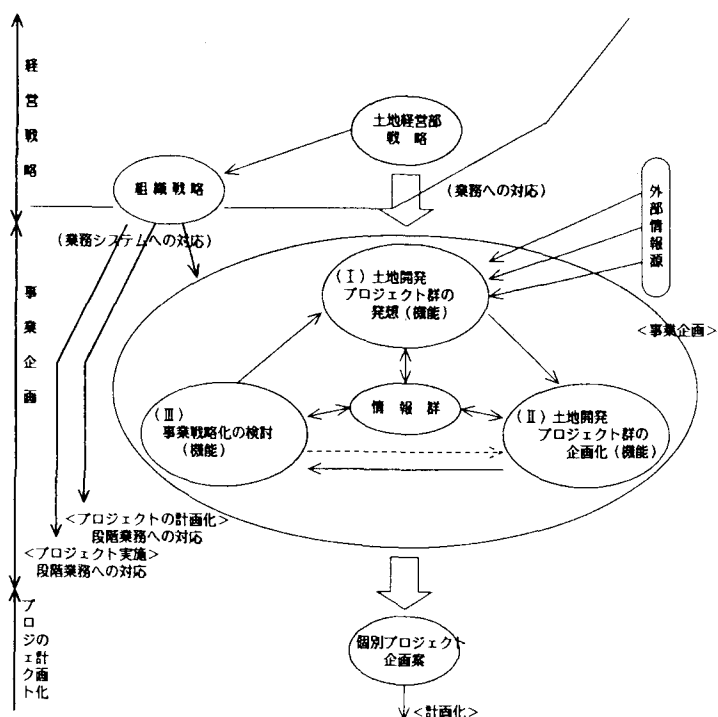


図 1 土地開発事業における企画段階の位置づけと構成内容

(2) 土地利用計画概案の策定、(3) 事業費概算および採算性の検討、の大きく3つの部門から構成されるように設計した。まず前提条件として、与えられた開発対象地の現況と開発基本方針をもとに、開発内容の構想(企画化)を行ない、設計された複数の代替案に対して、事業費概算を含めた評価検討を行なうこととした。これにより、本研究の主目的である事業成立の判断を下すときの意志決定の材料となるようなフィージビリティの高い代替案の選択が行なえると考えた。

(1) 計画地形策定モデルの定式化

土地開発事業の計画策定作業において、計画地形

設計の持つ重要性はつぎのようである。すなわち、①土地の形状は、計画策定作業において基盤的な役割を果たすこと、つまりこの形状が土地利用や施設配置などの計画策定作業の他の要因に非常に大きな影響を及ぼす支配的要因であること、②近年のように、急傾斜地の開発用地が多くなってきている状況において、開発事業費の上で大きなウェイトを占める土地造成費の低減が計画地形と密接な関係を有しており、土地開発事業費における重要な検討課題の1つであること、等々の認識のもとに、計画地形案の合目的・効果的な方法の検討を行なった。具体的な策定方法は、図-3に示すように設計した。

a) 開発対象地の全体構成の検討

開発対象地域の形状を分析し、地形特性を明らかにするとともに、この分析から得られる情報と開発基本方針をもとに、開発対象地における住宅および施設の全体的な構成と造成方針の検討を行なう。

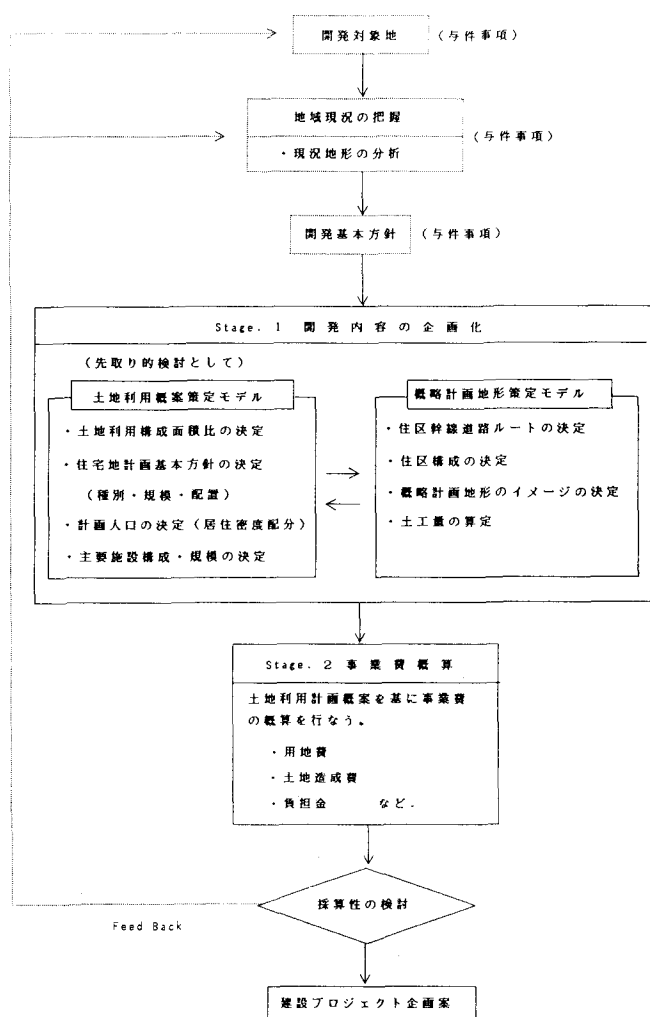


図-2 本研究の全体プロセス

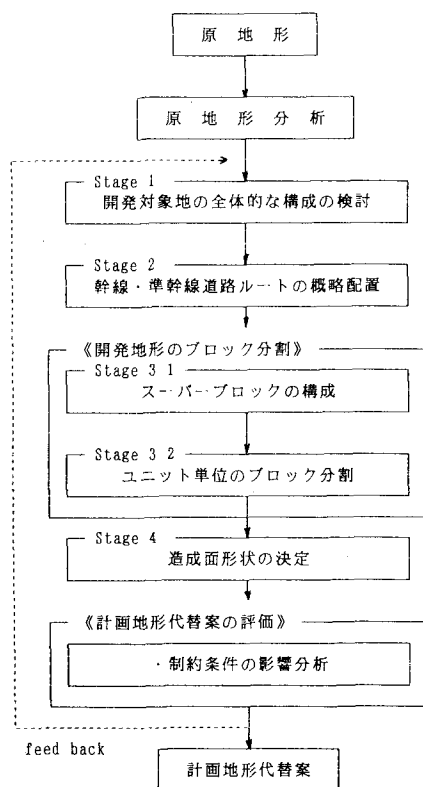


図-3 計画地形策定プロセス

b) 幹線・準幹線道路ルートの概略配置

原地形の分析情報をもとに、道路の勾配・曲率などを考慮しつつ、幹線・準幹線道路の概略配置を行なう。

c) 開発対象地のブロック分割

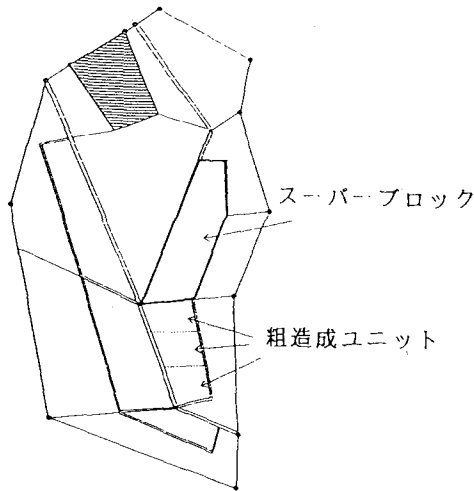


図-4 スーパーブロック、粗造成ユニットの定義

表-1 計画地形策定モデルの定式化

目的関数

造成予定全域の総土工量を最小化

$$V_{total}: S_1X_1 + S_2X_2 + S_3X_3 + \dots + S_nX_n \rightarrow \min$$

(nはブロックの数)

ここで S_i はブロックの分割時の各ユニットの面積。

X_i は各ユニットの原地高と計画造成面高の差を表す。

制約条件

① 切土量と盛土量がバランスするという条件が成立

$$V_{balance}: S_1X_1 - S_2X_2 + S_3X_3 + \dots - S_nX_n = 0$$

(nはブロックの数)

ここで $S_k(k=1,2,\dots,n)$ の係数の符号は、ブロックが切土(+1のとき)、盛土(-1のとき)による。

② 各ユニット間における高低差の制約

$$-B \leq (A_i + D_i \times X_i) - (A_j + D_j \times X_j) \leq B$$

A_i, A_j : 各ユニットの原地高

B : 高低差制約値

③ 各スーパーブロック間における高低差の制約

$$B_1 \leq \frac{\sum_{N_K} (A_i + D_i \times X_i)}{N_K} - \frac{\sum_{N_L} (A_j + D_j \times X_j)}{N_L} \leq B_2$$

B_1, B_2 : スーパーブロック間高低差制約値

N_K, N_L : スーパーブロック K, L におけるユニットの総数

ここでは、現況分析結果をもとに地形的なまとまりを見つけ、b)で決定した幹線・準幹線道路ルートの線分が一辺となるようなブロック分割を、図-4に示すブロックの概念をもとに行なうものである。

d) 造成面形状の決定

a)～c)の過程を経て得られたブロック分割案に対して、各ユニットの造成面形状を決定するモデルを、表-1に示す数理計画モデルとして定式化した。以下、この定式化の概要について述べることにする。一般に数理計画問題として取り扱う場合に、設計内容の評価尺度を何にするかということは非常に重要な問題である。また近年の土地開発事業においては、地形的にかなり険しい地域を安価な事業費で実施することが求められている。そこで本研究では、設計内容の評価する尺度として造成工事費の低減を反映するために対象地域の総土工量を取り、これを最小とすることを目的関数として設定した。また制約条件としては、対象地域内における切土量と盛土量がバランスすることも重要であると考え定式化した。さらに、開発対象地の空間的な構成や居住者の利便性の向上を考慮し、各スーパーブロック間

の高低差および各ユニット間の高低差の許容値をパラメータとする制約条件を定式化した。

e) 計画地形代替案の評価

この段階における評価の基本方針としては、最適な計画地形案を決定するのではなく、最適に近いと思われる複数の代替案の取捨選択を行ない、後の土地利用計画と併せて、事業費の概算及び採算性の検討という段階において総合的な評価を行なうものがある。一般に計画地形の評価に関する情報としては、土量分布、切盛高、地形特性分布(勾配、方向、起伏)などがあげられる。そこで本研究では、まず経済性といった評価視点から、対象地の総土工量を最小とする目的関数を設定し、計画地形の設計を行なった。つぎに、宅地の質的な評価指標として造成面の勾配と方向を取り上げ、制約条件のパラメータを変化させることによりこれらの値がどのように変化するかを分析した。一般的に宅地の質的な面を考慮する

と、造成面の方向は、南向き斜面が良いことが経験則として知られているため、ここでは総土工量と南向き斜面の数（ユニット単位）の間にトレードオフの関係を適応させて代替案の評価を行なった。また別の評価項目として、平均勾配を採用し、総土工量と平均勾配との間にもトレードオフの関係を適応させて代替案の評価を行なった。

（２）土地利用計画概要の策定プロセスについて

一般に土地開発事業における土地利用計画は、開発対象地の開発基本方針を前提として、対象地の土地を最も合理的かつ効果的に利用するための検討であり、人口を原単位として数量的に算出された居住施設や各種公共施設を総合調整の上、対象地という１つの空間の中に面積配分する作業である。本研究において検討する土地利用計画概要は、各部門計画における詳細な計画立案に先立ち、部門計画の重要事項を先取的に検討して、土地利用計画の第一次案を作成するものである。具体的には、土地利用構成要素の位置、規模、形状、全体ネットワークを計画し、部門計画立案の方向づけを行なうものである。すなわち、本来、構想・基本計画段階で検討される作業である、「住宅地計画」、「人口計画」、「施設計画」を先取的に検討することにより、後戻りの少ない土地利用計画概要の策定の実現をめざ

すものである。図－５には、本研究における土地利用計画概要の策定プロセスを示した。

ａ）土地利用構成要素の面積比の設定

一般に土地利用面積比率は、対象地における事業採算性および土地利用の合理性、環境や施設などの整備水準を知る指標となるものである。そこで本研究では、後述する既開発事例のデータベースをもとに、各土地利用構成要素の利用面積比率を設定し、開発対象地における各要素の量的な配分を行なうものである。

ｂ）各住宅種別の比率の設定

ここでは、開発基本方針において設定された対象地のイメージをもとに、ａ）で設定された対象地の宅地面積に対する各住宅種別すなわち独立住宅、低層住宅、中・高層住宅の比率の設定を行なう。この入力作業により、対象地におけるの住宅イメージの具体化が計られ、「宅地」の付加価値を高める検討が行なえと考える。

ｃ）各住宅種別ごとの計画戸数の算定

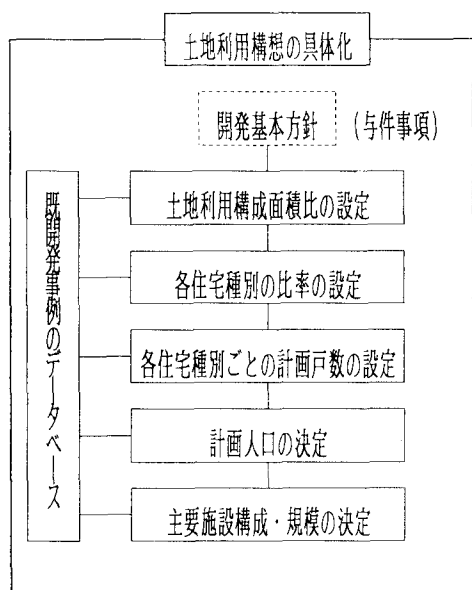
ここでは、各住宅種別ごとの敷地面積を入力することにより、各入力値とｂ）で設定した各住宅種別の比率から、各住宅種別ごとの計画戸数の算定を行なうものである。

ｄ）計画人口の算定

ここでは、各住宅種別ごとの平均家族数を入力することにより、各入力値とｃ）で設定した各計画戸数から、対象地における計画人口の算出を行なうものである。この作業により、開発基本方針においてあらかじめ想定された計画人口との比較が可能になり、フィードバックの必要性の検討が行なえと判断した。

ｅ）導入施設の構成と規模の決定

ここでは、宅地開発に伴って整備すべき公共施設の種類と規模の決定を行なうものである。まず導入施設の種類としては、教育施設、商業施設、公園・緑地などが挙げられる。これらの施設の整備水準の検討をするにあたっては、計画人口の規模や来住者階層、さらには開発基本方針との関係などを考慮することが必要であると考え。そこで本研究では、これらの施設の規模と種類を決定するにあたって、開発規模に対する面積比率より算定した量的な面と、先に決定された計画人口を原単位として、



図－５ 土地利用計画策定プロセス

規模の算出を行なう質的な面との両面から検討を行なうものである。

f) 既開発事例のデータベースについて

ここでは、計画者が上記の検討作業を行なう際に、各項目の入力作業の手助けとなり、入力値の参考となるような類似既開発事例の標準値を、適宜ディスプレイ上に表示できることを目的としたデータベースの構築を提案するものである。これにより、計画内容の標準化が行えると判断している。データベースの構成内容として、筆者は次のようなイメージを持っている。まず既開発事例の中から数種類選定し、開発規模と開発タイプ別（単機能型と複合機能型）に分類する。さらに、各項目（土地利用面積構成比、各住宅種別における敷地面積と1戸あたりの平均家族数、導入施設の種類と規模、その他）について分析・検討を行ない、標準値の設定を行なうものである。

(3) 事業費概算及び採算性の検討プロセスについて

a) 事業費概算の位置づけと目的

ここでは、土地開発事業の企画段階における事業費概算の位置づけと、その目的について述べることにする。先にも述べたが、本研究では計画段階における作業の先取りの検討を行ない、後戻りの少ない計画案策定作業の方法論の提案を行なってきた。そこで筆者は、事業費概算の位置づけとして次のような考え方を持っている。この段階における事業費の概算とは、企画内容に対する試算として捉えている。すなわち、計画案策定過程の初期段階（企画・構想段階）において、計画検討内容やその成果としての設計物に対して、その実現性を確保するための主要因である事業費を概略的に把握し、計画内容を評価するための行為である。さらに、計画・設計行為の結果算出された設計数量を、「費用」という金額に

換算することにより、計画者が、事業実施の意志決定を行なう際の有意義な判断材料の1つになることを目指すものである。

b) 事業費概算に関する検討プロセスについて

本研究における事業費概算及び採算性の検討プロセスを図-6に示した。

①用地費の概算について

まず開発対象地周辺の主要な地点における地価 公示価格を調査し、対象地の素地価格を入力情報 として設定する。そして、この素地価格と総開発 面積から用地費の算定を行なう。

②工事費の概算について

ここでは、先の計画・設計段階（計画地形案及び土地利用計画概案）において算出された設計数量に対し、表-2の工事費算出のための複合単価を用いて、工事費の概算を行なうものである。そこで本研究では、次のような考え方をもとに、表-2の工事費算出のための複合単価表を採用している。企画・構想段階の概々算レベルにおいては、算出体系に一貫性を保証するため、精算段

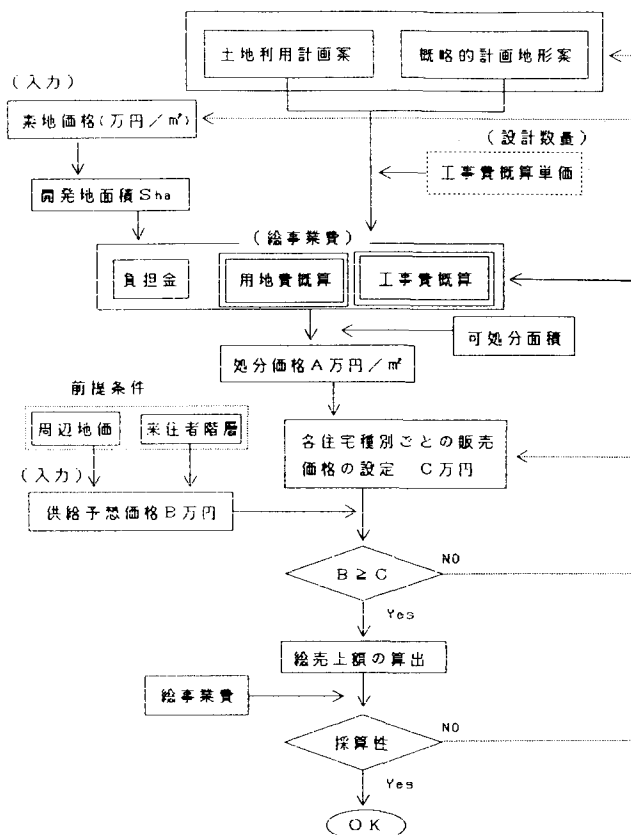


図-6 事業費概算及び採算性の検討プロセス

階の各種基準をベースに簡略化（総合化・集約化）した複合単価を用いて、工事費の算出を行なうものである。この表の詳細については、参考文献 4）を参照されたい。

③建築工事費の概算について

ここでは、各種住宅および導入施設（公益施設・特殊施設を含む）などの建築工事費の算出を行なう。具体的には、建設物価等に掲載されている資料等から、各種建築物の純工事費を算出することを考えている。

表-2 工事費算出のための複合単価表

(1) 調査設計		
①基本設計	500円/㎡	
②現況測量+確定測量(中心点)	100/㎡+400/㎡	
③調査(土地調査など)	100/㎡	
④実施設計	工事費計×6%	
⑤監督委託	工事費計×80%×7%	
(2) 工事		
①整地		
1. 伐開	50円/㎡	
2. 土工事		
普通土	500円/㎡	
軟岩	1000円/㎡	
中硬岩	2000円/㎡	
3. 法面保護(種子吹き付け)	2000円/㎡	
4. ブロック積	30000円/㎡	
5. 重力式擁壁	40000円/㎡	
6. 逆T型擁壁	50000円/㎡	
②道路、舗装		
	道路 + 舗装(道路延長m当り)	
・W=18m	60000円/m	90000円/m
・W=18m	60000円/m	70000円/m
・W=18m	30000円/m	30000円/m
・W=10m(歩専)	25000円/m	50000円/m
・W=8m(歩専)	25000円/m	40000円/m
・W=6m(歩専)	25000円/m	35000円/m
・車道橋	40000円/㎡	
・歩道橋	30000円/㎡	
③排水		
・雨水管	50%	80000円
・汚水管	80%	30000円
④公園・緑地		
(1) 児童公園	12,000円/㎡	
(2) 近隣公園	10,000円/㎡	
(3) 地区公園	10,000円/㎡	
(4) 緑地	5,000円/㎡	
⑤仮設		
(1) 整地防災工		
・一次防災工	500円/㎡	
・二次防災工	100円/㎡	
(2) (暫定)調整池		
平均容量	1,000ton/ha、	
平均単価	1,000円/ton	
(3) (永久)調整池		
平均容量	1,000ton/ha、	
平均単価(コンクリート式)	5,000円/ton	
(4) 沈砂池		
平均容量	150ton/ha、	
平均単価	500円/ton	

④平均処分価格の算定

一般に平均処分価格は、宅地総原価（総事業費）を処分面積で除したもので表される。宅地総原価とは、①、②などの直接費に加えて、建設利息、経費、負担金などの間接費の合計である。処分面積とは、開発総面積の内、各種住宅用地及び商業施設用地などの処分可能な面積のことである。

c) 採算性の検討について

ここでは、採算性の検討の必要性和その検討方法について述べることにする。土地開発事業を取り巻

く現状が大変厳しい状況であることは、はじめにでも述べた。また土地開発事業は、近年、素地価格の高さ、関連公共公益施設整備負担の重さ、事業期間の長期化に伴う金利負担の増大により、事業採算性が悪化しているのも現状である。このような厳しい状況の下で、土地開発事業を成功に導くためには、事業計画の初期の段階において、計画内容に対する十分な検討が以前にもまして重要となってきたと考える。さらに本研究の対象である企画段階は、あらかじめ設定された事業化戦略を、現実の土地開発プロジェクトに置き換えながら事業推進のための大枠を計画し、開発実施の意志決定の判断を下すことを主目的にしていることは先にも述べた通りである。その意志決定を下す際に、最も重要な作業が採算性の検討であると考えられる。以下、その検討方法について述べることにする。

一般的に採算性の検討は、先の④で算定した処分価格と、周辺地価を考慮した宅地供給価格とにおいて、宅地供給価格が処分価格を上回るかどうかの比較検討を行なう作業である。さらに本研究では、次のような考え方にもとづき、採算性の検討の行なうもののである。一般に宅地処分の形式としては、宅地として処分される場合よりも、分譲住宅などの形式で処分される場合の方が多いのではないかと判断し、各住宅種別ごとの販売価格の概算を行なうこととした。これによ

り、開発構想の検討段階において“落ちついた高級住宅地のイメージ”、あるいは“中・高層住宅を中心とした都市のイメージ”、といった様々な開発コンセプトに対して、より具体的な採算性の検討が行なえるものと考えた為である。

4. おわりに

今回の発表では、土地開発事業の企画段階に焦点をあてて、この段階における計画案策定作業のシステム化に向けて、方法論の考察を行なった。

その結果、次のようなことが成果として得られた。

(1) 土地開発事業の企画段階における計画の内容について考察し、先取的検討を採用した企画案策定の方法論を構築した。

(2) 計画的検討作業の手順を、システム論的な観点から整理し明確化するとともに、今後のシステム設計に向けていくつかの課題を得た。

そして、本研究の今後の課題としては、次に示す内容が挙げられる。これらは、システム化に向けて作業的に相当負荷の大きいものであるが、ぜひとも達成すべき課題であると考える次第である。

すなわち、

(3) 本研究では、各種データベースの構築を提案しているが、これらを構築するあたって、構成要素の決定及びその分類方法については、さらに詳細な検討が必要であり、またデータのメンテナンスの方法などについても今後検討すべき課題であると考えている。

(4) 今後は、パーソナルコンピュータクラスのもので、計画内容の視覚的なシュミレート方法（プレゼンテーション）が可能なシステムの構築を行ないたいと考えている。これにより、開発構想の具体化（イメージアップ）が計られ、景観や見通しなどの評価も行なえるものと考えている。また、企画内容の修正なども迅速に行なえ、事業実施の判断にも役立つものと考える次第である。

今後は、以上のような課題を念頭におきつつ、より効果的で利用価値の高いシステムの開発を目指そうと考えている。

【参考文献】

- 1) 春名 攻：システム開発に関する研究－方法論的開発をめざして－、土木計画学研究・講演集、土木学会、1986年1月
- 2) 春名 攻：土地開発プロジェクトの企画段階における方法論的研究”、エンジニアリングフォーラム
- 3) 南 健志：大規模造成工事を伴うニュータウン建設の構想計画策定のシステム化に関する研究、京都大学修士論文、1988年2月
- 4) 齊藤博行：ニュータウン構想計画の計画的検討のためのCADシステムの開発研究、京都大学修士論文、1989年2月
- 5) 高岸実良：ニュータウン開発の構想段階における基盤整備の計画的検討方法に関する研究、京大大学学士論文、1989年2月
- 6) 日本住宅公団南多摩開発局：多摩ニュータウン計画・設計’76計画設計、1975年12月
- 7) 総合建設技術研究会：宅地造成設計施工の手引き、大成出版、1988年8月
- 8) 建設物価調査会：建築プロジェクトのコストプランニング、1988年6月