

集団移転方法を採用した土地区画整理事業費の縮減を支援するPMシステムの開発

玉野総合コンサルタント

○浅野 誠^{*1}

宮崎大学工学部

出口 近士^{*2}

宮崎大学工学部

吉武 哲信^{*3}

宮崎大学工学部

横田 漠^{*4}宮崎大学大学院博士前期課程 佐多 孝徳^{*5}

密集市街地で施行される土地区画整理事業では地区内のほとんどの建築物が移転の対象になる。このような地区で仮換地の指定を行って順次、直接移転方法^{*1)}により移転を進めていけば事業期間が延伸し、間接費が増加するために事業費の増大を招くことになる。事業期間を大幅に短縮するために、仮住居を前提として一団の建築物を同時に撤去して工事を行い、整地が完了した後に再築を行うといった集団移転方法^{*2)}を用いる事例が多い。しかし、集団移転方法は曳家工法が適用できないので、この方法を多用すれば再築工法が増え、その結果、移転費が高額になるといった事業費と事業期間の競合問題がある。また、事業期間の短縮の長短に応じて一団の集団移転範囲の領域を決定するが、これらの関係を定量的に表現することが困難であった。

本稿は、筆者らが提案した施工計画立案システムに新たに集団移転方法の考え方を導入して大幅な事業期間の短縮を行い、事業期間の短縮に伴って変動する事業費と集団移転範囲の領域を求める。そして、期間と費用の間の競合問題を解決して事業費が最小となる施工工程を求め、その工程における集団移転範囲の領域を決定するPMシステムを開発するものである。次いで、このシステムを仮想プロジェクトに適用して、事業費、事業期間、集団移転範囲等の要素間の関連性や出力結果の妥当性を検討した。その上で、既成市街地内の住宅戸数密度の異なる2つの実プロジェクトに適用して、実用性を考察した。

Keywords: 区画整理事業、集団移転方法、事業期間短縮、事業費縮減

1. はじめに

区画整理事業における定常業務には、移転や工事の実施、行政処分として行われる仮換地指定（あるいは換地計画）、清算業務、そして保留地処分等がある。これらを推進していくためには、図-1に示すように、事業費、事業期間、成果物の品質に関するスコープ、リスクといったプロジェクトマネジメント（以後、PMと記す。）上の要素間で競合する要求を満足させることが求められる¹⁾が、従来この種の研究はほとんどされていない。

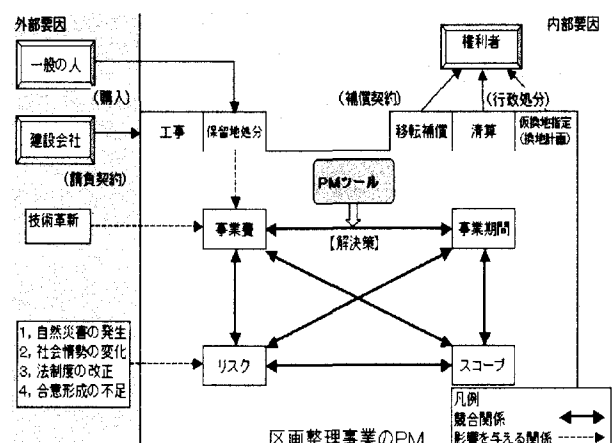


図-1 区画整理事業のPM上の競合関係

また、近年の土地区画整理事業は密集市街地の区域内で多く施行されている²⁾。このような地区では、地区内のほとんどの建築物が移転の対象になる。この際、仮換地の指定を行って直接移転方法により移

*1 玉野総合コンサルタント 0985-29-8623

*2 宮崎大学工学部土木環境工学科 0985-58-7329

*3 宮崎大学工学部土木環境工学科 0985-58-7331

*4 宮崎大学工学部土木環境工学科 0985-58-7330

*5 宮崎大学大学院工学研究科博士前期課程

転を進めると事業期間が延伸し、その結果、間接費の増加に伴う事業費の増大を招く。したがって、この事業期間延伸問題を解決するためには、集団移転方法を採用することが効果的と考えられる³⁾。

ただし、集団移転方法は仮住居を前提にして従前の建築物を撤去する方法であるために曳家工法を適用できず、再築工法を採用するために事業費が高額となる。すなわち、密集市街地における区画整理事業のPMでは事業費と事業期間の競合問題を合理的に解決することが要求される。また、事業期間の短縮の長短に応じて変動する集団移転範囲の領域の形状と大きさを合理的に表現することが要求される。

ところで筆者らは、先にCPM（クリティカルパス・メソッド）を援用し、中断移転方法^{※3)}を採用することで事業期間を短縮し、同時に期間の短縮に伴って変動する事業費の算定を行うシステム（以下、PMシステムと略記する。）を提案した⁴⁾。この方法は、土地区画整理事業にPMを導入した点で評価できる。ただし、PMシステムは事業期間の短縮手法として集団移転方法を考慮できていなかった。このため、事業面積が0.5ha程度と狭く住宅戸数密度が高い地区に既往のPMシステムを適用した場合に次に示すような不具合が発生する。

既往のPMシステムでは、道路や水路を築造する際に支障となる建築物に対して線的に中断移転方法を採用して建築物を撤去したために、一度に広範囲の建築物を撤去することができなかった。その結果、1年間で完了するという出力が得られなかった。

つまり、①中断移転方法の採用のみでは大幅な事業期間の短縮が行えず、施行者が目標としている施工年度に事業が完了しない可能性があるという問題が課題として残されていた。

2. 既往の研究と解決すべき課題

PMではないが、密集住宅市街地を含む土地区画整理事業において集団移転方法を導入して事業期間の短縮を目指したという研究^{5)・6)}がある。これらは、最初に密集住宅市街地地区を複数の工区に分割し、その工区ごとに移転物件のみを対象とした玉突き移転の移転順序をアローダイアグラムで表示し、集団移転方法を利用して工程数を減らすことで、全工程数を後述のあらかじめ定められた基準値以下にするものである。この基準値は、工事を含めた移転

の1工程に相当する時間をあらかじめ算定し、短縮したい年数を1工程の所要時間で除することで求められている。

しかしこの手法については、以下の問題点を指摘できよう。すなわち、事業期間短縮を工程数削減に置き換えて考えているため、時間を工程数としてしか考慮できない。また、事業期間の短縮に伴う費用の増減が定量的に示されていないため、②事業費と事業期間の競合関係を明確に表現できない問題がある。また、最初に集団移転方法の採用を検討する範囲を、計画の道路や水路を境界として半ば主観的に設定し、最初から集団移転範囲を固定して計算しているため、③施行者が希望する事業期間短縮の長短に応じて最適な集団移転範囲の規模が設定できないという課題を指摘できる。

先に提案したPMシステム⁴⁾は②を解決している。ただし、③は未解決である。以上より本稿では、新たに集団移転方法の考え方をPMシステムに導入することにより、前述の課題①、課題③を解決する方法を検討する。そして最終的には、事業期間の短縮と事業費と集団移転範囲の3者間の関係を定量的に表現し、事業費が最小となる施工計画の策定を支援するPMシステムを開発するものである。

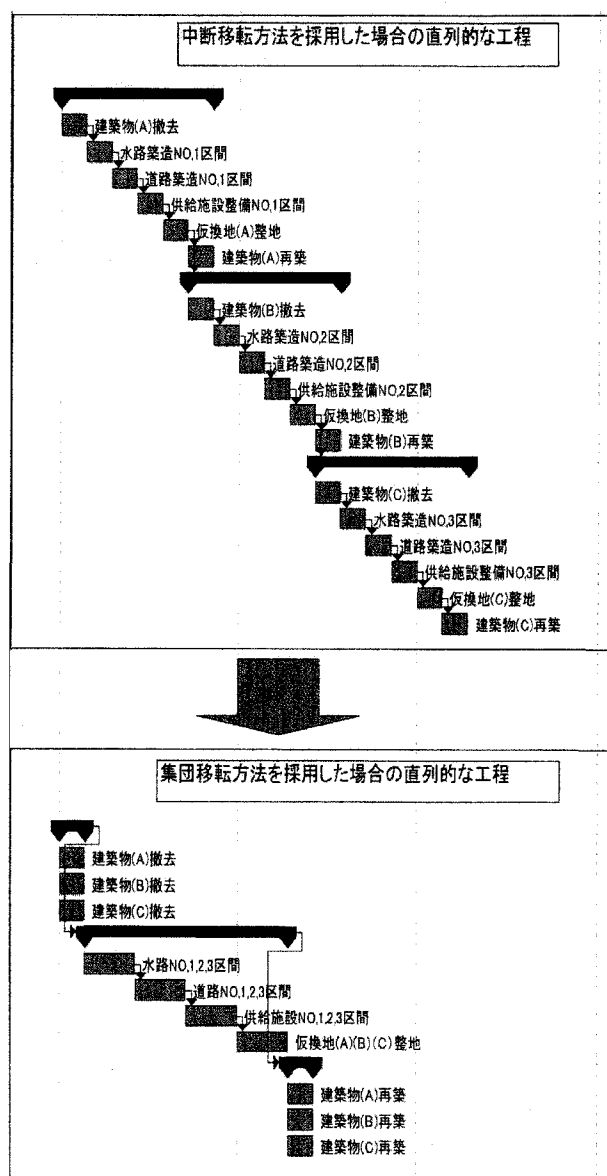
3. 集団移転方法を採用したPMシステム

（1）集団移転方法を採用した時間短縮の概念

本研究は、前述のように集団移転方法を採用した事業期間の短縮を目的とするものである。この事業短縮の原理を、中断移転方法と比較しながら、以下に整理しておく。

図-2に3件の建築物移転を実施する際の、中断移転（上図）集団移転（下図）を利用した工程の概念図を示す。上図より、中断移転方法では、1件の中断移転物件を撤去し再築するまでに必要な工程である〔建築物撤去〕→〔水路築造〕→〔道路築造〕→〔供給施設整備〕→〔仮換地の整地〕→〔建築物再築〕の流れ⁷⁾を3件分の直列的結合として実施するため、長い工期を要することがわかる。

他方、下図の集団移転方法では、〔3件の建築物撤去〕→〔水路の集約施工〕→〔道路の集約施工〕→〔供給施設の集約整備〕→〔仮換地の集約整地〕→〔3件の建築物再築〕と、移転行為を並列的な工程に組み替え、4種類の工事を集約して施工できる



図－２ 集団移転方法を採用した期間短縮の概念

ことがわかる。以上の結果、集団移転方法を採用すれば、直列する工程数が削減され、集約施工で工事のアクティビティ所要時間も短縮できるため、工期短縮が可能となる。

ただし、費用の観点では、集団移転方法では移転費と仮住居費用が増加する。このため、期間短縮による費用削減と、集団移転の採用による費用増大のバランスで総費用を決定することになる。

(2) PMシステムのフローチャート

前述のように大幅な事業期間の短縮を可能にするためには集団移転方法の採用が必要となる。図－３

は、先に提案した中断移転方法を採用したPMシステムのフローに、集団移転方法を導入したものである。

a) 既往のPMシステムの概説

既往のPMシステムのフローを以下に概説する。一般的なタイム・マネジメント手法を利用して、アクティビティ定義、アクティビティの順序設定、アクティビティの所要時間見積もり、アクティビティのコスト見積もり、 $T = n$ 年の工程表作成（この工程表が一番最初に作られる工程表である。この工程表を基準にして期間短縮を行うために、これを当初工程表と呼ぶことにする。また、施工期間 T が n 年間と出力されれば、以後、 n 年工程表と記す。）、 n 年間の間接費を加えた完成時総コスト見積もりを行うものである。これが1番目のプロセスから10番目のプロセス（以後、 $P_1 \sim P_{10}$ ）に相当する。

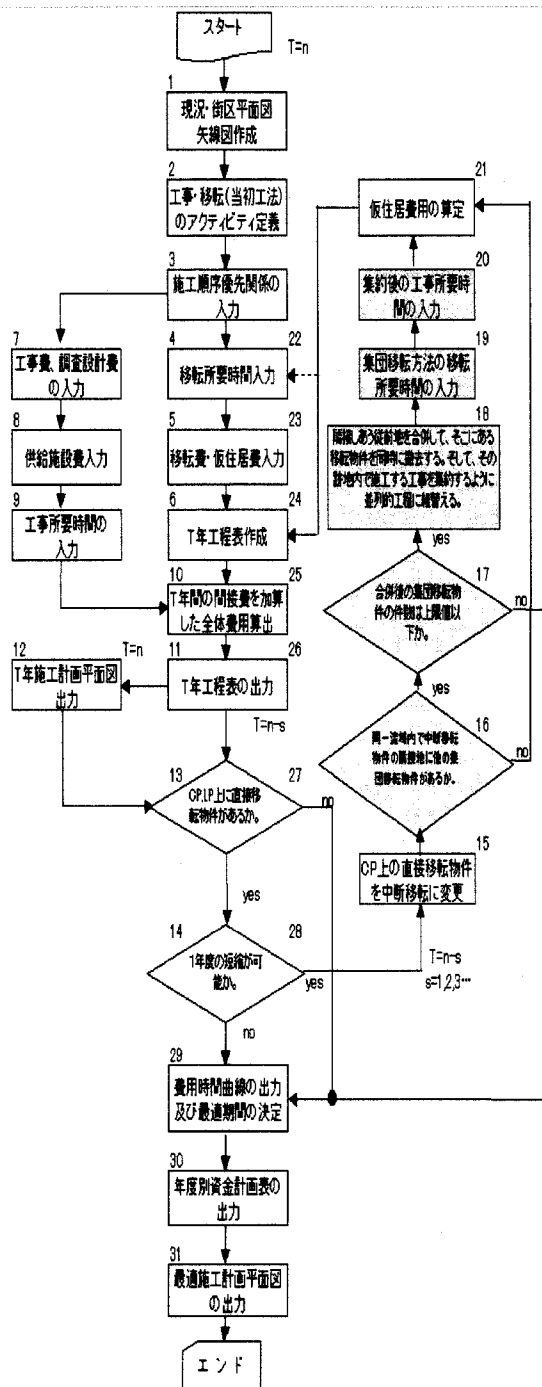
その上で、 n 年工程表からクリティカルパス（以後、CPと記す）を算定し、CP上に直接移転物件があれば、その物件を中断移転方法へ変更し、1年の期間の短縮が達成できる。この時、CP上に複数の直接移転物件がある場合は、1年の期間短縮のために増加する移転費が最小になる物件を選定するものとする。この手法で期間を短縮すれば、最小の費用で期間の短縮が可能である。そして、機械的に中断移転方法と直接移転方法の選別が可能となる（ $P_{11} \sim P_{15}$ に相当）。

移転方法が変更になって事業期間が1年間短縮されれば、仮住居費用、移転の所要時間、移転費用、間接費が変動する。これらの数値を再入力すれば $n-1$ 年の工程表と事業費を算定することができる（ $P_{21} \sim P_{28}$ に相当）。このプロセスを繰り返すことで、2年、3年・・・ n 年の事業期間の短縮とその工程に対応する事業費の算定が可能になる。

そして、CP上に直接移転物件がなくなったり、1年の期間短縮が不可能になれば、繰り返し計算を止めて、費用・時間曲線を出力して最適期間を求める。最終的には、年度別事業費算出表、最適施工計画平面図を出力して計算を終える（ $P_{27} \sim P_{32}$ に相当）。

b) 集団移転方法の導入部分

今回は、新たに $P_{16} \sim P_{20}$ のプロセスを追加し、集団移転方法を導入できるPMシステムを提案する



図－3 PMシステムのフローチャート

ものである。

すなわち、1年の期間の短縮のために新たに中断移転方法へ変更された移転物件が、その時点で既に中断移転か集団移転物件となる建築物の建つ従前地に同一流域内において隣接しているかどうかを判断し、同一流域内で隣接していた場合は、従前地の合併と移転物件の集約と工事の集約を行う (P_{15} , P_{17} に相当)。この際、移転工程に関して、合併された従

前地上に建つすべての移転物件の撤去を同時に行えるように、最も早い移転開始日に他の移転物件の撤去の開始日を合わせるように工程を組み替える。そして、 $n-1$ 年工程表を作成するために、直接移転方法から集団移転方法に変更になった移転物件の移転所要時間を再入力する。同様の理由で、工事工程に関しても、集約後の工事の所要時間を再入力する ($P_{18} \sim P_{20}$ に相当)。そして P_{21} へ進み、既往のPMシステムと同じプロセスを経て出力を得る。

したがって、 $P_{11} \sim P_{26}$ のループ計算を繰り返し、2年・3年・・・s年と期間を短縮していけば（事業期間は、 $n-2 \cdot n-3 \cdots n-s$ 年になる。）、集団移転物件の集約と工事の集約が大規模になっていく。その結果、移転物件を集約して面的に撤去できるので、大幅な事業期間の短縮が可能になる。また、事業期間を1年ずつ短縮し、その際の事業費と集団移転範囲を求めることができるので、事業期間と事業費の関係、事業期間の短縮の長短に応じて変動する集団移転範囲の領域を定量的に表現できる。

c) 計算上の資源的制約

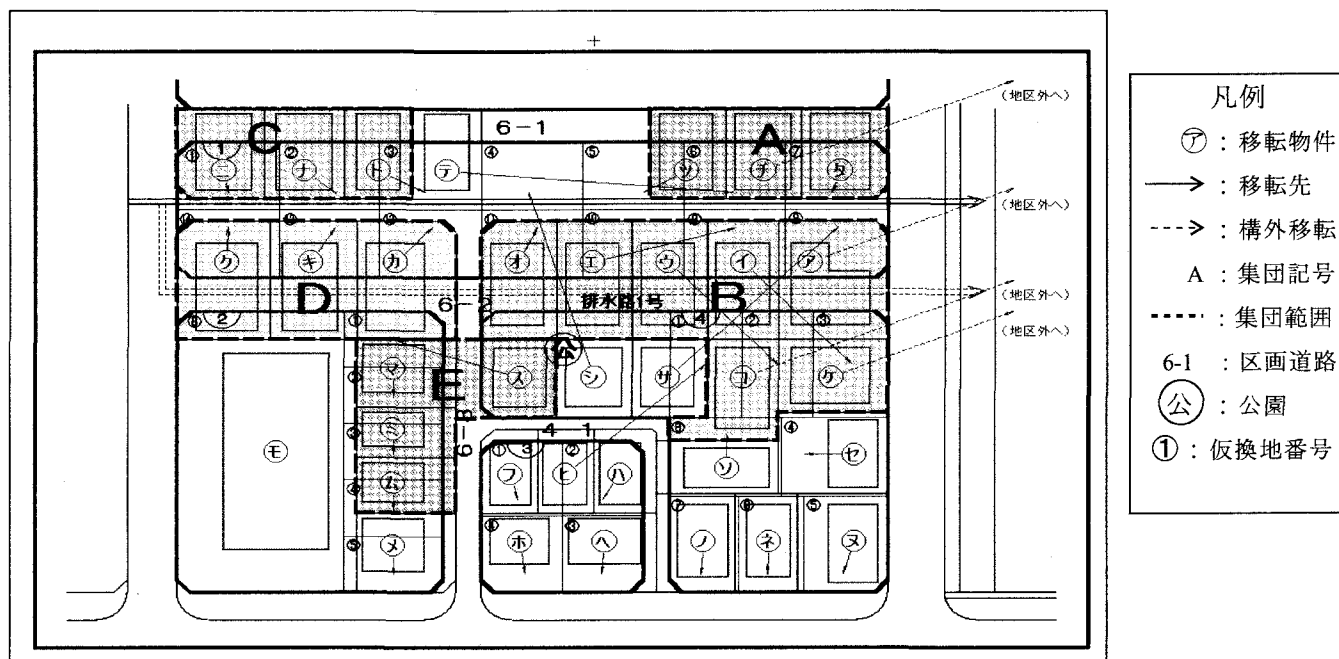
以上のように、提案するPMシステムは集団移転方法を採用して事業期間を短縮する考え方を導入しているが、PMの観点からみると、集団移転物件の集約が大規模になる場合、以下のようなPM上の弊害が発生する。

- ①特定の年度に移転が集中するので支出費が他の年度に比べて突出し、これに対する収入の確保が困難になる。（資金調達の問題）
- ②同時に多くの仮住居が発生するために、仮住居住宅の確保が困難になる。（資源確保の問題）
- ③単年度に移転件数が多くなると移転交渉件数も増え、これに対応する職員数の確保が困難となる。（人的資源確保の問題）

そこで、資金的、資源的、人的資源的に対応可能である1団を構成する移転物件数の上限値をあらかじめ設定する必要がある。このため、その上限値を超えていないかの判断を行なうプロセスをフローチャートにを組み入れた。（ P_{17} に相当。）

（3）費用を最小化する事業期間の探索

最小の総事業費は、この期間短縮と移転費増大の関係を利用して算定できる。図－3のフローチャー



図－４ 仮想事業平面図と集約された集団（事業期間３年）

トに従い、事業期間が $n \cdot n-1 \cdot n-2 \cdots n-s$ 年に対応する事業費用（工事・移転費、間接費、仮住居費の合計）はすべて算出されている。したがって、縦軸に費用、横軸に短縮期間をとり、 i 年工程表をプロットできる。このとき、このグラフが下に凸となるような曲線を描けば、費用の最小値を与える工程が最適工程となる。

４．仮想事業への適用

（１）仮想事業の概要

本システムの妥当性を検討するために、図－４に示す仮想事業に適用した。仮想事業の概要を表－１に示す。図－４には仮想事業の密集度合いと後述の集団移転範囲を示している。なお、集団記号である A～E については 4.（３）にて説明する。

（２）集団移転方法による期間短縮と事業費

仮想事業のアクティビティを定義し、各アクティビティに順序設定、所要時間とコストを見積もって n 年工程表を作成した結果、当初工程表の事業期間は 9 年間、事業費用は 959,096 千円という出力を得た（図－３の $P_1 \sim P_{11}$ に相当）。

次に、事業期間短縮の計算を行なった（ $P_{13} \sim P_{29}$ に相当）。ただし、1 団の移転件数の上限値は、仮想事業の施行者の有する財政的資源を年間 3 億円と想定し、便宜上 10 件としている。同表は、事業期

表－１ 仮想事業の概要

地区面積：1ha	住宅戸数密度：35 戸／ha
地区内総棟数：35 棟	移転件数：28 件
区画道路：4 路線	構外移転：4 件
排水路：1 路線	仮換地数：32 筆
公園：1 箇所	保留地：設定なし
街区数：4 街区	

地区の状況：地形は平坦地で道路幅員が狭く、密集住宅地区を想定している。

間を 1 年ずつ短縮した際に変動する費用を比較するために、工事・移転費、間接費、仮住居費、上限有費用、上限無費用を記載する。ここで、上限有費用とは集団移転物件数の上限値を 10 件とした場合の事業費であり、上限無費用はその上限を考慮しない場合の事業費である。上限有費用は、表中の工事・移転費、間接費、仮住居費の和である。また、表中、移転方法を変更した物件とは、期間短縮のために、集団移転方法へ変更となった物件の記号である。たとえば 1 年のみの期間短縮では、（ス）の建築物が集団移転として処理されたことを示す。また、間接費は 1 年間の事業運営に必要な職員等の人件費や事務所費用で、ここでは 20,000 千円／年とする。仮住居費用は賃貸住宅に入居するものと仮定し、150 千円／月とする。

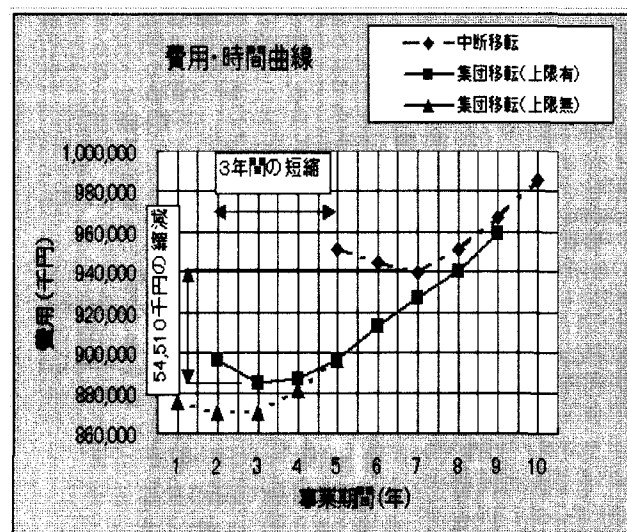
これらの結果を表－２に示す。表－２より、最短の事業期間は 2 年間、この時の事業費は 896,346 千

表－２ 集団移転方法を採用した場合の
計算結果

事業期 間(年)	短縮年 数(年)	工事・移転 費(千円)	間接費 (千円)	仮住居費 (千円)	上限有費用 計(千円)	上限無費用 計(千円)	移転方法を変 更した物件
10	—	—	—	—	—	—	
9	0	732,596	180,000	46,500	959,096	959,096	
8	1	732,596	160,000	47,850	940,446	940,446	(ス)
7	2	738,596	140,000	48,150	926,746	926,746	(ウ)
6	3	745,596	120,000	47,700	913,296	913,296	(ミ)(ヒ)
5	4	753,596	100,000	43,200	896,796	896,796	(イ)
4	5	761,096	80,000	45,750	886,846	886,846	(ム)
3	6	776,096	60,000	46,950	885,046	869,996	(ソ)(マ)
2	7	809,096	40,000	47,250	896,346	870,496	(サ)(テ)(シ) (メ)(フ)(ハ)
1	8	—	20,000	—	—	874,996	—

表－３ 中断移転のみを採用した場合の
計算結果

事業期 間(年)	短縮年 数(年)	工事・移転 費(千円)	事務費 (千円)	仮住居費 (千円)	費用計 (千円)	移転方法を変 更した物件
10	0	732,596	200,000	52,950	985,546	
9	1	732,596	180,000	54,300	966,896	(ス)
8	2	738,596	160,000	52,350	950,946	(ウ)
7	3	745,596	140,000	53,980	939,556	(ミ)(ヒ)
6	4	769,096	120,000	55,560	944,656	(ム)(シ)(イ)(サ)
5	5	797,096	100,000	53,825	950,921	(メ)(テ)(マ)(リ)



図－５ 費用と時間の関係

円であることがわかる。また同表から、事業期間が短くなるほど工事・移転費は増加し、間接費は減少する。しかし、仮住居費は事業期間の短縮に伴う一定の増減傾向はみられない。これは、集団移転方法を採用して期間が短縮されれば、工程に並列化が進むので、仮住居期間も短縮されるが、直接移転方法から集団移転方法への変更に伴って新たな仮住居が発生し、それらが相殺するため、その加減により全仮住居費が決まることが原因であると考える。

表－２の出力結果に基づいて、i 年工程表の事業期間と費用の関係をグラフに示したものが図－５である。図中、集団移転（上限有）は実線で、集団移転（上限無）は破線で示している。なお、事業期間 9 年～ 5 年では、両曲線とも同じであるため重複表示を避けている。また、表－３には中断移転方法のみを採用した計算結果も表示しているが、比較のために図中に一点鎖線（中断移転）で表示する。

図－５から、以下のことがわかる。

- 1) 集団移転（上限無）は、期間短縮、事業費縮減双方において効果大きい。しかし、現実の事業においては、単年度の支出、人的資源等の制約が存在するため、集団移転（上限有）の方が現実的な事業期間と事業費を算出できると言える。そこで以下においては、中断移転と集団移転（上限有）を中心に考察を行なう。
- 2) 曲線の左端は最短事業期間を示し、中断移転では 5 年、集団移転（上限有）は 2 年である。すなわち、集団移転方法を導入することにより 3 年間の事業短縮効果が認められる。
- 3) 事業費が最小となる最適期間は、中断移転では 7 年、集団移転（上限有）で 3 年である。すなわち、両者の事業費の差額 54,510 千円が集団移転方法の採用による事業費縮減額である。

この理由を以下に考察する。表－２最右欄の記号は、期間短縮のために直接移転から集団移転へ変更になった物件を示す。これらの記号の数から、集団移転（上限有）は当初工程の 9 年から最適工程の 3 年まで、6 年間の期間短縮のために 8 件の直接移転物件を集団移転方法へ変更した。それに対して中断移転は、表－３の最右欄のように、10 年から 7 年まで、3 年間の期間短縮に対して、4 件を中断移転方法へ変更した。1 年の期間短縮のために移転方法が変更になる物件数は両者とも平均で 1.3 件であるので、両者の移転費の増加率はほぼ同じである。また、期間短縮による削減額は 20,000 千円／年としたので、両者はまったく同じである。したがって、両曲線とも当初工程から最適工程までの区間の勾配はほぼ同一であると判断できる。それに加え、集団移転（上限有）の曲線は、移転と工事を集約するので、移転方法を変更しなくても期間が短縮する。したがって、CP 上から直接移転物件がなくなりにくくなっている。

その結果、事業期間の短縮規模が大きくなり、事業費も縮減したものと考える。

4) 集団移転（上限有）の曲線は、事業期間3年で事業費の最小値を与える。その事業期間よりもさらに短縮すると事業費は増加する。

5) 中断移転の当初工程の事業期間は10年であり、集団移転（上限有）は9年と、後者の方が1年短い。これは、中断移転は中断移転物件を集約していないために、図-2に示すように工程が直列的であるのに対して、集団移転（上限有）では、最初から移転と工事を集約した部分があるので、一部の工程が並列的となったためである。

6) 一団の集団移転範囲を構成する移転物件の上限値を無くせば、すべての移転物件を初年度に撤去して、公共施設工事、整地工事、供給施設整備の完了の後に、再築工事を行って1年間に事業を完了するという工程を表現することができた。

(3) 期間短縮に伴う移転物件の集約過程

集団移転（上限有）では移転物件が集約され、集団移転範囲を形成する。この期間短縮過程で集約される移転物件数を工程表から読みとることができる。（工程表の説明は次章にて行う。）この結果を表-4に表す。

表中の「集団数」は、2件以上の集団移転物件を含む集団の数を示す。（ ）内の数字は単独の中断移転物件（1件も1団とする）を加えた場合の集団数である。左から3番目の欄は、集団移転範囲内に包

表-4 期間短縮に伴う移転物件の集約度合

事業期間 (年)	集団数 (個)	集団移転範囲内の移 転物件数(件)	移転方法変更 物件数(件)
9	5(5)	3 3 3 3 2	0
8	5(6)	3 3 3 3 2 1	1
7	5(7)	3 3 3 3 2 1 1	1
6	5(8)	3 3 3 3 3 1 1 1	2
5	4(7)	7 3 3 3 1 1 1	1
4	5(7)	7 3 3 3 2 1 1	1
3	5(7)	7 4 3 3 3 1 1	2
2	6(6)	8 6 4 4 3 3	6

■の数値は、集約された後の集団移転範囲内の移転物件数
□の数値は、移転方法が変更になった移転物件数

含される移転物件の数を示している。最右欄は1年度の事業期間の短縮を行うごとに移転方法が変更になった物件の数を表示している。矢印と+1などの符号付の数字は、事業期間の短縮に伴って移転方法が変更になった物件が既に一団の集団移転を形成している移転物件と結合して、より大きな集団移転を形成していくプロセスを表している。

前出の図-4は、事業期間が3年の場合の集団移転範囲A～Eの領域を示している。表-4から事業期間3年の集団移転範囲内の移転物件数を読みとり、図-4と対応させると、表-4中の7件がB集団を形成し、E集団は4件、A集団は3件、C集団は3件、D集団は3件となることがわかる。

また、表-4から以下のことが読み取れる。すなわち、2件以上の集団移転物件を含む集団数は、事業期間が短縮されてもほとんど変動しない。ただし、1件の中断移転物件を1団と考える場合の集団数は事業期間が9年間から6年間に短縮されるまでは増え続け、6年間を超えると減少する。また、事業期間が短縮されるにつれ、1団を構成する移転物件数が設定した上限値の範囲で大きくなることがわかる。

このように1団を構成する移転件数は増え、集団数は減るという集約プロセスを次に説明する。

図-6は、図-4中の最大集団であるB集団を表している。表-2において、事業期間が6年から5年へ短縮される際に直接移転方法から集団移転方法へ変更となった物件は（イ）の1件であることがわかる。（イ）は、図-6において（ア）（ケ）（コ）の既存集団領域と、（ウ）（エ）（オ）の集団領域の双方に隣接している。したがって、（イ）が集団移転に組み込まれることにより、（イ）と2つの集団

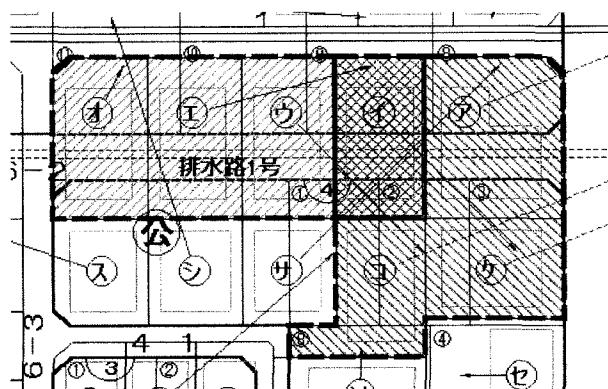


図-6 従前地の集約過程

領域を結合させ、7 件の集団移転物件を内包する 1 つの集団移転領域が形成された。

表-4 では、事業期間が 6 年の集団移転範囲内の移転物件欄の 3 件、3 件に、新たに移転方法が変更になった 2 件の内の 1 件が加わり（表-4 では+1 と表示している。）2 つの集団領域を結合させて、新たに事業期間が 5 年の集団移転範囲内の移転物件欄に 7 件の集団移転領域を形成したというプロセスを表している。

以上のように、期間の短縮に伴って新たに集団移転方法へ変更となった物件が既存の集団を結びつける効果があるので、期間が短縮されるほど大きな集団が形成されることになる。この集約・合併プロセスを繰り返すことにより、事業期間 i 年で完了させるために必要な最小の集団移転範囲の領域を特定し、その集団範囲内の構成物件を出力した。この出力結果と表-2 に示す結果を合わせれば、事業期間と事業費と集団移転範囲の 3 者間の関係を定量的に表現することができた。

（4）最適工程における集団移転範囲

図-5 の集団移転（上限有）曲線において、事業費が最小となる 3 年工程表（最適工程表）を図-7 に示す。図は、縦軸にアクティビティの ID 番号を、横軸に期間（単位：日）、コスト（単位：千円）を表示している。移転と工事のコストはそれぞれの事業の移転調書や基本設計の成果から求めた。また、移転の所要時間については、移転補償実務マニュアル⁸⁾の標準工期を参考にして、建築物の構造や移転工法別に移転所要日数を見積もった。同様に、工事の所要時間も各工事費に対する標準工期から見積もった。

クリティカルパスは濃い色のアクティビティをつないだ経路である。クリティカルパスの最後のアクティビティは ID91 の（ソ）集団再築である。区画整理事業における移転行為は従前地上から建築物等が撤去された時点で完了しているので、再築工事は区画整理事業で行う行為と見なされず、民間の建築工事となる。したがって、区画整理事業としての最終アクティビティはリミットパス上の ID81 の公園整地工事となる。したがって、事業期間は、ID81 の完了する 3 年間であることがわかる。また、この図のコスト欄を合計した金額が 3 年工程で事業を行

う場合の移転と工事の費用になる。

さて、この工程表からは建築物撤去のアクティビティの工程を読みとることができる。読みとった結果に A ～ E の記号を付した。前出の図-4 に、これらの一団の集団移転範囲を太い破線で囲って示したものに対応する。

図-7 において、ID6,7,8,15,20,25,26 の 7 つの移転物件が同じ開始時点となるようにアローが設定されている。これらは図-4 中で B 集団を形成している。また、同図からは、これらの 7 つの物件の工程が並列になっていることがわかる。

以上のように、事業費の最小化を行う過程で作成される最適工程表を利用すれば、集団移転範囲を機械的に設定することが可能となり、PM 上の合理性と作業効率の向上をもたらす。また、移転方法を、集団移転方法、中断移転方法、直接移転方法の 3 種類に機械的に区別することが可能になるので、移転方法の認定に関して客観的根拠を与えるものである。

5. 実事業への適用

（1）事業の概要

前章において、密集市街地を想定した仮想事業に対して集団移転方法の適用が有効であることがわかった。しかし、仮想事業は規模が小さいためにアクティビティの数が少なく、工程を並列的に並べ替えた時に、期間短縮にともなう事業費の減少などの特徴的な現象が発生しにくい場合が考えられる。そこで、密集住宅市街地を含む実事業（以後、A 事業と記す。）へ適用する。

また、住宅戸数密度の違いによる集団移転方法の導入の効果を検討するために、比較的住宅戸数密度の低い既成市街地を含む実事業（以後、B 事業と記す。）へも適用し、中断移転方法を採用した場合と集団移転方法を採用した場合の出力結果の比較を行う。

表-5 は、2 地区の事業概要や現況を比較したものである。A 事業地区の住宅戸数密度は 45.7 戸/ha であるので、A 地区は密集住宅市街地内での事業である。また、A 地区は密集住宅市街地であるために、潜在的に地価が高く、施工後の土地の利用増進が少ないことから、減価地区となっている。そのため、380 件の内 75 件は減価補償の対象となって構外移転と

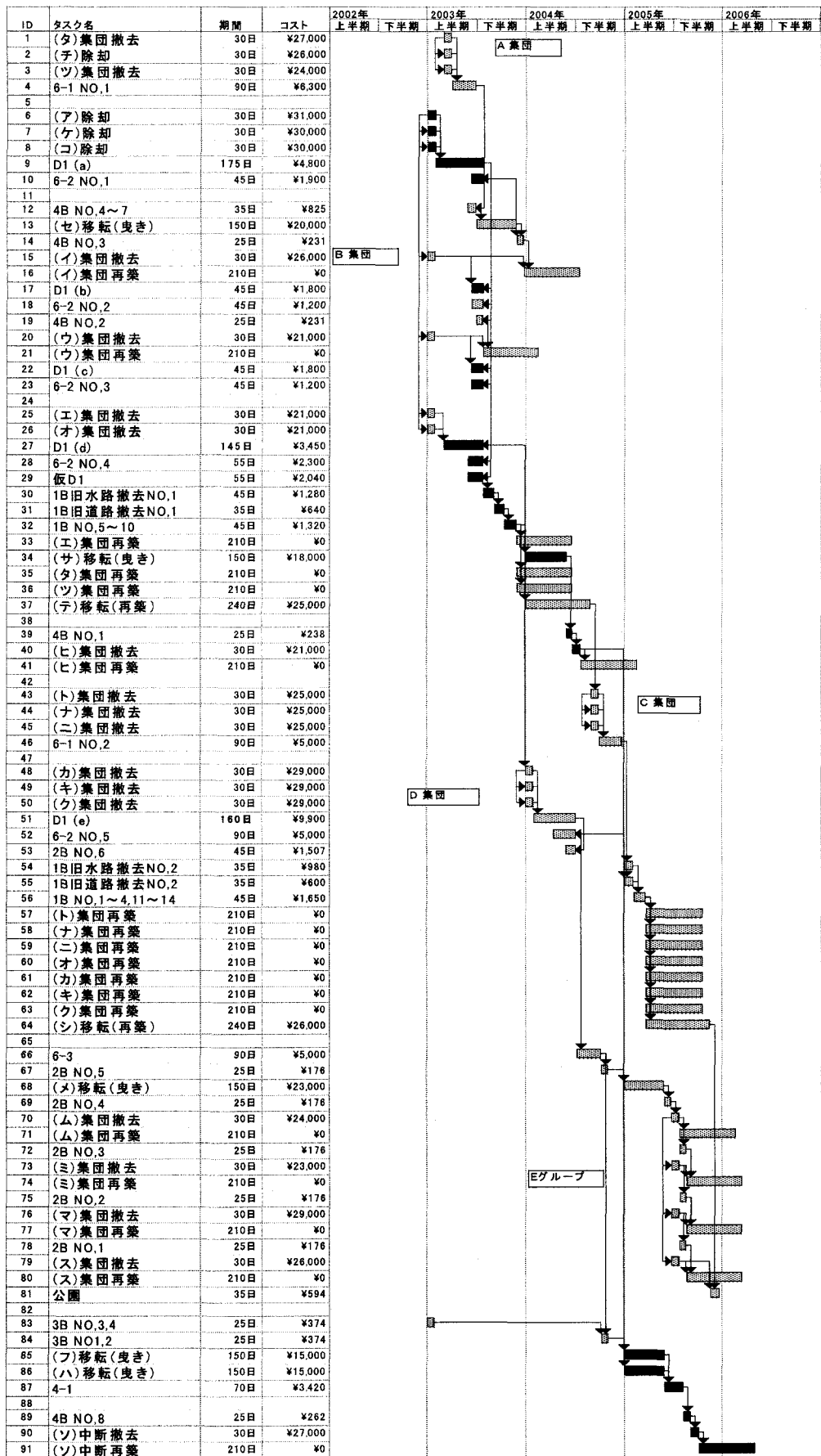


図-7 最適工程表

表－５ 事業概要

	A事業	B事業
事業施工者	公共団体(市)	組合
地区面積(ha)	約15ha	約40ha
事業期間(年)	13年	15年
総事業費(千円)	20,000,000千円	7,900,000千円
地形	平坦地	平坦地
施工前の土地利用状況	住居系と商業系が混在。住居系はアパートや高層マンションが混在する。商業系は住宅店舗が多い。1宅地当たりの平均面積は約175㎡である。	住居系と農用系の土地利用に分かれる。面積比は4:6。住居地区と農用地区は明確に区分されている。住宅は1戸建て住宅がほとんどで、1宅地当たりの平均面積は250㎡である。
減価地区	有り	無し
公共用地率(%)	前:11.90 後:39.86	前:11.41 後:28.90
総移転件数(件)	380件	210件
橋外移転(件)	75件	0件
地区内の既成市街地面積(ha)	6.7ha	6.0ha
住宅戸数密度(戸/ha)	45.7戸/ha	13.5戸/ha

なる。

B事業地区内の既成市街地の住宅戸数密度は13.5戸/haであるので、既成市街地を形成しているものの、住宅戸数密度は低い状況にある。また、この地区は住居地区と農用地区とに明確に分かれ、住居地区から農用地区への飛び換地も計画されている。

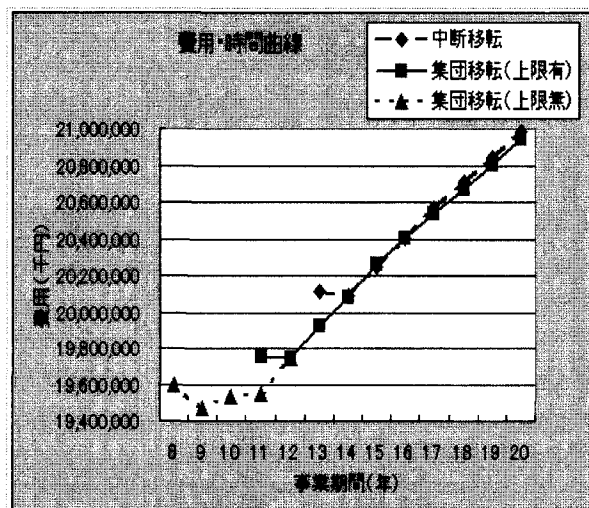
(2)適用結果と考察

これらの2地区に本システムを適用するにあたって、集約する移転物件の上限値は20件と上限無の2通りで計算した。これらの結果を図－8と図－9に示す。なお、B地区の集約する移転物件の上限値を10件としたが、計算の結果、上限値を超えることなく終了したので、上限有の1通りの計算をした。

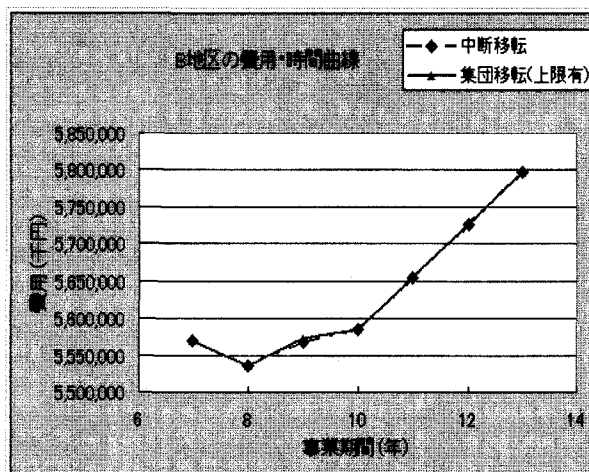
1) 図－8から、A地区の中断移転と集団移転(上限有)を比較すると、集団移転方法を採用した方が2年の期間短縮、約400,000千円(4億円)の事業費の縮減が可能であり、集団移転方法効果は大きい。

また、集団移転(上限無)と、集団移転(上限有)では、最小事業費で約400,000千円(4億円)の差がある。このことは、資金、仮住居住宅、人的資源の調達が可能であれば、経済的かつ短期間にプロジェクトを完成できることを示す。

2) 図－9から、B地区の中断移転と集団移転(上限有)の両曲線はほぼ重なっている。これは、住宅戸数が13.5戸/ha程度と低密度であり、期間を短縮しても、農用地等の更地への飛び換地が可



図－8 事業費と事業期間の関係（A地区）



図－9 事業費と事業期間の関係（B地区）

能な地区では移転物件がほとんど集約されないために、集団移転方法の導入効果は現れなかったものと考えられる。

3) 上記のように、本システムは住宅戸数密度の異なる2つの実事業においても事業期間と事業費の間に下に凸の曲線関係を描出し、事業費が最小となる事業期間を算定できた。このことから、本システムは既成市街地内で行われる土地区画整理事業のPMのコストと時間のマネジメントに実用可能と考えられる。

4) 上記のように本システムは、1団の集団移転を構成する物件数の制限値を与条件とすれば、これに呼応して集団移転範囲が機械的に設定される。そして最適工程と、各年度の工事と移転の施行箇所と費用、仮住居期間の情報を出力できる。また、年度別の事業費にばらつきが多い場合は、資源の

制約の観点から平準化が必要になる。このような場合においても工程がネットワーク式工程表で作成されているので、山崩し法⁹⁾やカットネットワーク手法¹⁰⁾を用いれば資源の最適配分が可能になると考える。

したがって、プロジェクトマネージャーは、これを情報源として必要な物的資源を、いつ、どの程度調達すべきか、さらに、いつ、どの専門分野の人材が、何人必要かを算出することが可能となる。これらは、プロジェクトマネージャーによる調達マネジメントと人的資源マネジメントを強力に支援すると考える。

6. 結論

本稿の内容をまとめると以下の通りである。

- 1) 施工計画立案システムに集団移転方法の考え方を導入し、事業期間と事業費の関係、事業期間と集団移転範囲の領域の関係を定量的に表現できるPMシステムを開発した。そして、事業費と事業期間の競合問題を解決して事業費が最小になる事業期間を算定した。
- 2) 本システムを仮想事業へ適用した結果、集団移転方法を利用することにより、中断移転方法のみを使用する場合に比べ、事業期間と事業費双方を縮減できることを確認できた。
- 3) さらに、住宅戸数密度が45.7戸/haの高い地区と、13.5戸/haの低い地区の2つの実事業へ適用した。その結果、仮想事業と同様に、両地区においても事業費が最小となる事業期間が算出できた。このことから、アクティビティの数や住宅戸数密度に関係なく、区画整理事業費用と事業期間の関係を適切に表現できるなどの実用性を確認できた。
- 4) 移転方法を機械的に集団移転方法、中断移転方法、直接移転方法に区別することができた。すなわち、施行者が希望する事業期間内に工事と移転を完了させようとした場合に、費用が最小となる集団移転範囲を機械的に決定することができた。このことは、集団移転対象者の決定に合理的な根拠を与えるものと考えられる。
- 5) 本法では最適工程表、費用・時間曲線、年度別事業費算出表等を出力できる。これらはプロジェクトマネージャーがコスト、時間、人的資源、調

達の各マネジメントを実施する上で有用な情報となり得ると判断される。

以上のように、本PMシステムの妥当性が確認できたので、土地区画整理事業のPMへの利用方法の提案が可能となった。

7. 注釈

※1) 直接移転方法

直接移転方法は、仮換地指定の効力発生の日に仮換地の使用収益が可能である場合に、従前地から仮換地に建築物等を直ちに移転する方法である。

※2) 集団移転方法

数街区の建築物等を同時に移転する方法をいい、建築物等が密集していて一棟ずつ順次移転することが非効率である場合に適用する。これらの移転を実施する場合、一定戸数の仮住居等が必要になることから、公共団体の協力の下、他事業により仮住居として使用できる従前居住者用賃貸住宅等を確保することも併せて検討する必要がある。

※3) 中断移転方法

仮換地を使用できないために建築物等を解体除却して、仮換地が使用可能になった時点で再築する方法をいい、これによって、後続の建築物等の移転が著しく促進される場合に適用する。

8. 参考文献

- 1) © Project Management Institute(2000):「A GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE(PMBOK® Guide) 2000 Edition」,p6
- 2) 平成14年度国土交通白書,第2部第2章第3節3,
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h14/H14/index.html>
- 3) 日本土地区画整理協会:「土地区画整理事業移転補償マニュアル」,スギタ,p99
- 4) 浅野誠、出口近士、吉武哲信(2002):「土地区画整理のプロジェクトマネジメントのための施工計画立案システムの作成」,pp101..114,建設マネジメント研究論文集VOL.9,土木学会.
- 5) 田畑淳嗣(1997):「尾張旭印場地区における同時移転計画について」,pp128..131,区画整理フォーラム97.
- 6) 宇土行次郎(2000):「土地区画整理事業におけ

る施工計画の策定（K市Y地区の事例）」,pp31..34,
土地区画整理フォーラム2000 論文概要集.

7) 浅野誠,出口近士、吉武哲信(2002):「土地区画
整理における施工計画立案のための工事・移転工程
の順位化」,pp639..642,第25回土木計画学研究発
表会講演論文集,土木学会

8) 日本土地区画整理協会:「土地区画整理事業移

転補償マニュアル」,スギタ,pp257..258

9) 刀根薫:「PERT 入門」,東洋経済, pp151..170,
1988.

10) 春名攻,滑川達、伊藤壮央(1999):「PERT/M
ANPOWER問題の効率的最適解法の開発」,pp165..175,
建設マネジメント研究論文集 vol.7,土木学会

Development of project management system for minimization of the cost of land readjustment by use of group relocation method

Makoto Asano, Chikashi Deguchi, Tetsunobu Yoshitake, Hiroshi Yokota and Takanori Sata

The purpose of this paper is to develop a project management system for land readjustment. The group relocation method is thought as more effective for reducing the project time than direct relocation method because the former can deal with several buildings in relocation at once. However, the cost of group relocation method is generally larger than that of direct relocation method because the former requires compensations for building removal and temporal residence in relocation time, which are not necessary in direct relocation method. Therefore, the minimization of the project cost will be achieved by mixed utilization of direct and group relocation methods.

The main results are as follows: 1) The project management system for land readjustment is established which can consider both direct and group relocation methods. 2) The system can output cost-time curve that shows minimum cost and corresponding project time and schedule. 3) The applicability of the proposed system was proved by the case studies on a) simple model project and real projects in b) densely habitant district and c) sparsely habitant districts.