

土地区画整理事業における総仮住居期間の短縮手法とその実用性

宮崎大学工学部
玉野総合コンサルタント
宮崎大学工学部
玉野総合コンサルタント

出口 近士^{*1}
佐多 孝徳^{*2}
吉武 哲信^{*3}
浅野 誠^{*4}

By Chikashi DEGUCHI, Takanori SATA, Tetsunobu YOSHITAKE and Makoto ASANO

既成市街地で行われる土地区画整理事業では、事業期間を短縮する目的で、建築物等を解体除去して仮換地が使用可能となった時点で再築する中断移転方法^{*1)}を採用することが多い。しかし、本法を採用すると移転先の仮換地が使用収益停止となるケースが多く生じ、結果として住民の多くが中・長期間の仮住居生活を強いられ、仮住居費も高くなりやすいという問題がある。

本稿は、ネットワーク工程表において後続工事を遅延させないことを制約条件として、自由余裕や全余裕をもつ移転物件の撤去工事の開始時期を遅らせることで事業全体の仮住居期間を短縮し、これを通じて仮住居費の削減を可能とする施工計画手法を提案している。そしてこの手法を3つの実事業へ適用した結果、当初の中断移転の総仮住居期間の5%～20%が削減できることを明らかにしている。

Keywords: 土地区画整理事業、中断移転方法、仮住居期間の短縮

1. はじめに

近年、中心市街地の空洞化への対応や市街地の防災対策などの目的から、既成市街地を再生、再構築することが重要となっている。これに呼応して、土地区画整理事業（以降、区画整理事業と記す。）は既成市街地や密集市街地で多く施行されるようになってきている。

区画整理事業において、建築物などの移転方法は直接移転方法^{*2)}を基本とする。曳家工法で代表される直接移転方法は、仮換地が使用収益開始となってから移転物件を従前地から移築する。そのため仮住居期間は、曳家工法で移転物件を従前地から仮換地へ移築する期間のみとなり、比較的短い。しかし、移転先の仮換地の使用収益を順次開始してから移転を行うという行為を繰り返し実施していくと、結果として多工程の玉突き移転が生じて事業期間が長期化することになる。

この事態を避けるために、仮住居を前提にして、仮換地での使用収益が開始されていなくても移転物

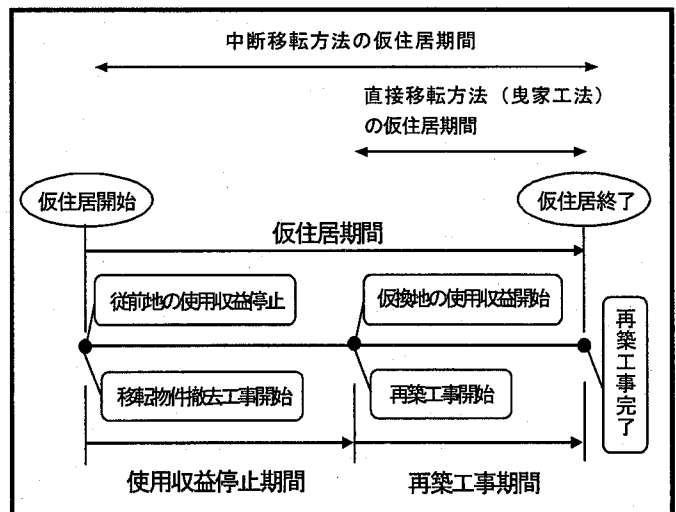


図-1 仮住居期間の内容

件を撤去して、従前地の工事を進めていく中断移転方法を採用することが少なくない¹⁾。中断移転方法では図-1に示すように、仮換地における再築工事期間に加えて、移転物件を撤去してから仮換地が使用収益開始となるまでの期間（以降、使用収益停止期間と記す。）も仮住居生活を強いられる期間（以降、仮住居期間と記す。）となる。

したがって、中断移転方法を採用した場合でも、密集市街地では移転先の仮換地が使用収益不可能で

*1 宮崎大学工学部土木環境工学科 0985 - 58 - 7329
*2 玉野総合コンサルタント 0985 - 29 - 8623
*3 宮崎大学工学部土木環境工学科 0985 - 58 - 7331
*4 玉野総合コンサルタント 052 - 712 - 2966

あることが多いために、多くの住民が中・長期間の仮住居生活を強いられることになり、仮住居費も高価となる問題がある。また、仮住居での生活は生活設計が立てにくく、生活も不安定な状態にあることや²⁾、仮住居住宅が狭い、暑い、寒い等の不便や不快等の精神的苦痛も発生するが、これらの非効用については経済化されていないといった問題がある。また、仮住居期間の延伸は施行者と権利者との合意形成の上で障害ともなりえることから、仮住居期間の短い施工計画にすることが強く望まれる。

しかしながら、仮住居期間の短縮に関する研究はこれまであまり実施されていないのが現状である。その理由の一つとして、区画整理事業の業務は専門・個別化されているために、仮住居期間短縮という工事と移転の両分野にまたがる事項については対応が困難であったことが挙げられる。

このような中で、移転物件(住民)の仮住居期間を短縮して区画整理事業の事業期間を短縮する研究³⁾がある。この方法は工事と移転の工程をネットワーク式工程表で表現して、中断移転物件の撤去から再築までの経路を仮想クリティカルパスとし、この経路上に存在する移転物件を直接移転方式から中断移転方式に変更して仮住居期間を短縮しようとしたものである。この中ではいくつかの移転物件に関わる仮住居期間は短縮されるが、事業全体の総仮住居期間の短縮を主目的とするものではない。また、移転方法を直接移転方法から費用が高額となる中断移転方法、あるいは一定範囲の複数の移転物件を集団で移転させる、いわゆる集団移転方法に変更する方法を採用している。そのために、事業期間は短縮する一方で移転費が増加するというトレードオフの問題を内包している。

以上の背景から本稿では、事業期間と工事費の固定と、後続工事を遅延させないことを制約条件として、移転物件の撤去工事の開始日を遅らせて総仮住居期間を短縮する手法を開発するとともに、その実用性を検討するものである。

2. 総仮住居期間の短縮手法

(1) 総仮住居期間短縮の基本的な考え方

図-2は、中断移転の標準的な工程である移転物件撤去、公共施設等を築造、換地先の整地、移転物

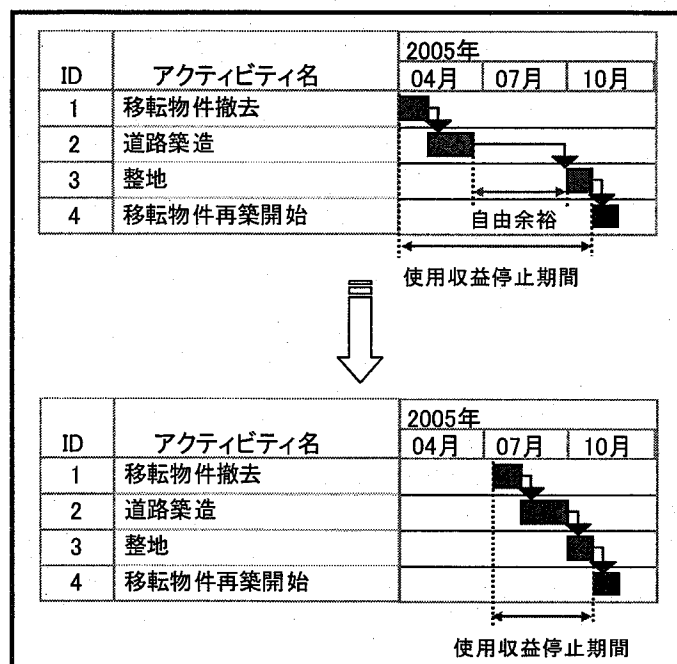


図-2 自由余裕(FF)と使用収益停止期間の短縮

件再築までをネットワーク式工程表⁴⁾で示したものである。前述のように、区画整理事業では移転先の仮換地に他の移転物件が存在する等の理由で、再築工事が開始できないケースが多く見られる。このため、図-2の上部に例示するように移転物件を撤去して再築するまでの工程の中に、“ID2 道路築造”のように後続する“ID3 整地”との間に自由余裕(Free Float: 以下 FF と記述する。)を持つ工事が含まれることが少なくない。

図-3は、移転物件の撤去工事から再築工事までをネットワークで例示したものである。移転物件 a については、図の上段に示すように工事 a₁ と工事 a₂ の間に自由余裕 FFa があるものとする。

区画整理事業は、建築物などの従前の移転物件が、2 つの仮換地にまたがって存在することが珍しくない。中段に示す移転物件 b はこのような場合であり、移転物件 a に後続する工事を表現している。工事 b₂ は、工事 b₁ と工事 a₁ が完了しなければ工事が開始できないが、これらの一連の工事は全余裕(Total Float: 以下 TF と記述する。)をもつものとする。

下段に示す移転物件 s の撤去から再築までのアクティビティは FFs と TFs をもち、工事 s₂ と工事 a₁ が完了しないと工事 s₃ を開始できないケースである。

いま移転物件 a について、移転物件 b や s の存在を考えないとすれば、FFa を短縮して使用収益停止期間、つまり仮住居期間を短縮することができる。

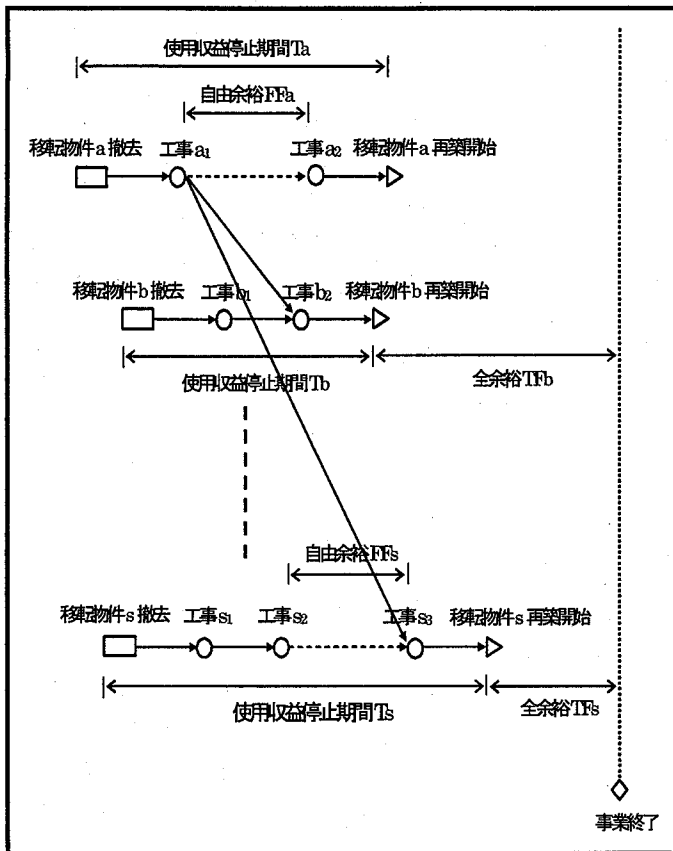


図-3 全余裕(TF)と使用収益停止期間の短縮

この FF を短縮する作業は、ネットワーク工程表さえ構成すれば比較的簡単であり従来から実施されている。

しかし、いま FFa を短縮して移転物件 a の撤去工事を遅らせると、別の移転物件 b や s で後続する工事 b₂ や工事 s₃ の開始日が遅れるので、FFa の短縮は不可能のように見える。しかしながら、移転物件の撤去工事がクリティカルパス(Critical Path: 以下、CP と記す。)上以外にある場合は、移転物件の撤去工事と後続のアクティビティには経路の右部分に示すように全余裕 TFb をもつことが多い。この移転物件 b のように TF があれば、この期間も遅延できる可能性がある。

本手法は FFa と TFb に着目して、いずれか短い方の期間だけ移転物件 a と移転物件 b の撤去工事の開始を遅延させて仮住居期間の短縮を図ろうとするものである。なお希ではあるが、移転物件 b の撤去工事の遅延に伴い、後続する他の工事が遅延する場合も起こり得る。このような場合においても、この工事も遅延させない範囲で撤去工事を遅延させる。そして、この短縮アルゴリズムを全ての中断移転物件

に適用して事業全体の総仮住居期間の短縮を図るものである。

なお、事業期間を延伸させないという制約条件については、ネットワーク式工程表で CP 上に存在する移転物件は撤去工事遅延の対象としないことで満足させられる。また、工事費は工事期間や工事内容に変化はないので固定され、仮住居費は仮住居期間の短縮分だけ縮減されることになる。

(2) 総仮住居期間の短縮手法のアルゴリズム

図-4 は、上記の短縮アルゴリズムをフローチャートで表現したものである。この手順を以下に説明する。

[短縮対象の判断]

1 番目のプロセス (以降、P₁ と記す。) は、事業期間を延伸させないという前提条件をチェックする。移転物件の撤去工事が CP 上にある場合は、移転物件の撤去工事と後続のアクティビティに TF がないため、移転物件の撤去工事の開始日を遅らせた場合、その分だけ事業期間が延伸してしまう。つまり仮住居期間の短縮は不可能であるので、最下段の P₁₁ に進む。そして、仮住居期間短縮が未検討である移転物件の有無を判断し、存在する場合には P₁ に戻る。

移転物件の撤去工事が CP 上以外にある場合は、移転物件の撤去工事と後続のアクティビティに全余裕 TF がある。このため、この TF が無くなるまで移転物件の撤去工事の開始日を遅らせることができるので、P₂ に進む。

[自由余裕の有無の判断]

P₂ と P₃ は、仮住居期間が短縮できる自由余裕 FF の存在を判断するためのプロセスである。FF が存在するケースは 2 つに分けて考えることができる。一つは、移転物件の撤去工事、FF と移転物件の再築工事のみで経路が構成されるケースである。この判断は P₂ で行い、該当する場合は P₄ に進む。

他方は、移転物件の撤去工事からその移転物件の再築工事までの経路上に、その撤去工事と再築工事の他に一つ以上のアクティビティや FF があるケースである。これは P₃ で判断し、自由余裕 FF があれば P₄ 以降に進み、仮住居期間が短縮できるかの判断をする。FF がない場合は P₁₁ に進む。

[短縮可能性の判断]

次に、移転物件の撤去工事を FF あるいは TF だけ

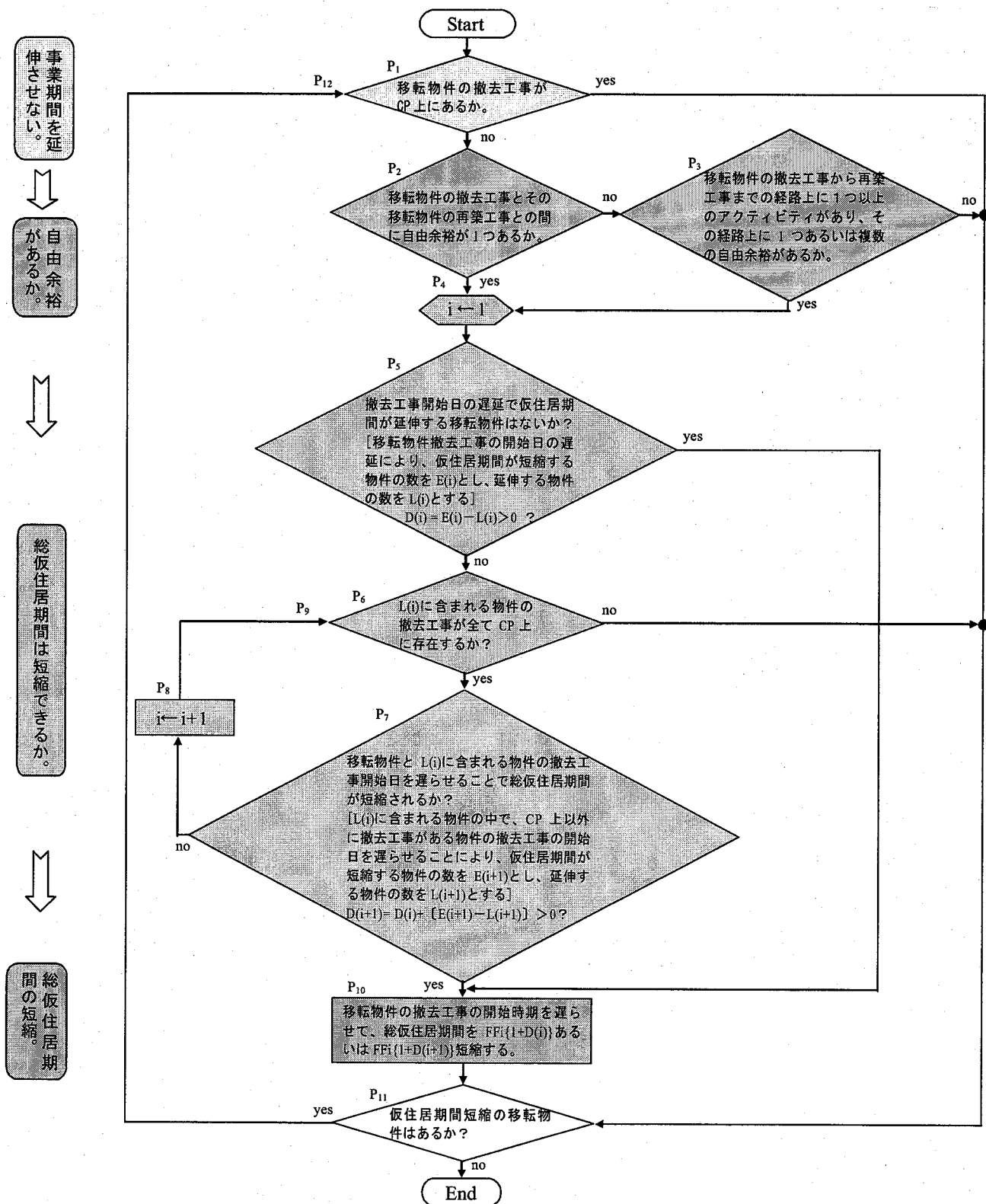


図-4 総仮住居期間短縮のフローチャート

遅らせることで他の物件の仮住居期間が延伸してしまい、結果として総仮住居期間が延伸する場合も考えられる。これを防ぐために P₄ から P₉ のプロセスを設けた。

これらのプロセスでは、1つの移転物件の撤去工

事を遅らせることに起因して総仮住居期間が延伸するか否かの判断をする。例えば、P₅において任意の移転物件の撤去工事の開始日を FFi 遅らせた場合、他のどの移転物件の仮住居期間にも影響しないならば P₁₀に進み、仮住居期間を FFi だけ短縮する。

いま、ある移転物件の撤去開始日を FFi だけ遅延させるとする。このとき、 FFi だけ短縮が可能な別の移転物件が $E(i)$ 件存在し、延伸してしまう物件が $L(i)$ 件存在するとする。この場合、各物件とも短縮可能な日数も、延伸する日数も同じ FFi であるので、 $FFi+FFi\{E(i)-L(i)\}$ だけ短縮が可能となる。すなわち、 P_5 において $D(i)=E(i)-L(i) \geq 0$ となれば、移転物件の撤去工事の開始日を $FFi\{1+D(i)\}$ 遅らせることで総仮住居期間を短縮することができるので P_{10} に進む。

一方、飛び換地となる移転物件や玉突き移転となる移転物件に中断移転方法が採用された場合は、移転先の仮換地に建つ他の移転物件が撤去されないと再築工事は開始できない。このため、仮換地先に建つ移転物件の撤去工事が遅れれば、飛び換地となる移転物件や玉突き移転となる移転物件の仮住居期間がその分だけ延伸してしまう。このような場合は、仮住居期間が短縮する移転物件の数よりも延伸する移転物件の数の方が多い。つまり、 P_5 で $D(i) < 0$ の場合は P_6 に進む。

$D(i) < 0$ の場合でも、後続する移転物件の撤去から再築の間に短縮できる FF あるいは TF が存在する可能性がある。ただし、 $L(i)$ 中の物件が全て CP 上に存在すれば、短縮は不可能であるので P_{11} に進む。

CP 上に存在しない移転物件は短縮できる可能性がある。これを P_7 で判断する。つまり、移転物件の撤去工事と、 $L(i)$ に含まれる移転物件の撤去工事の開始日を遅らせた時に総仮住居期間が短縮できるかの判断をする。

いま、 $L(i)$ に含まれる移転物件は上記のように FFi だけ延伸されている。このため、延伸された工事と、それより前に実施されるその物件の撤去工事との間に FFi の自由余裕が新たに生じているので、この FFi を短縮することを試みる。そして、これに後続する他の移転物件を延伸する可能性を逐次検討する。

具体的には、 FFi を短縮することにより、短縮する移転物件の件数を $E(i+1)$ とし、延伸する移転物件の件数を $L(i+1)$ とすれば、短縮可能な件数が延伸する件数より多ければ総仮住居期間は短縮される。つまり、 $E(i+1)-L(i+1) > 0$ であれば短縮が有効になる。そこで、上述の一段階前の短縮可能な件数 $D(i)$ を含めて考えれば、短縮可能な件数 $D(i+1)$ は $D(i+1)=D(i)+E(i+1)-L(i+1)$ となる。したがって、こ

れが $D(i+1) > 0$ であれば総仮住居期間が短縮可能であると判断する。

上記プロセスで短縮できれば P_{10} に進み、仮住居期間の短縮を行うことになる。短縮できなければ、 i を加算して P_6 に進む。そして、上記の $P_6 \sim P_9$ のループを繰り返すことになる。具体的には、 $L(i+1)$ 、 $L(i+2) \cdots L(i+k)$ に含まれる移転物件の撤去工事の開始日を遅らせることで、 $D(i+1)$ 、 $D(i+2)$ 、 $\cdots L(i+k)$ の値が 0 より大きくなるかを計算する。そして、値が 0 より大きくなり総仮住居期間が短縮できると判断されれば、その時点で P_{10} に進み、仮住居期間の短縮を行う。これらのループを繰り返して、 $L(i+k)$ の中に仮住居期間が短縮できる移転物件が無くなれば P_{11} に進む。

[仮設住居期間の短縮]

以上のプロセス・判断を全ての移転物件に対して実施する。そして、仮住居期間の短縮が不可能になったら End に進み短縮作業を終了して、短縮後のネットワーク式工程表を出力する。

3. 仮想事業への適用

(1) 総仮住居期間の短縮プロセス

提案手法の妥当性を検討するために、図-5に示す規模の小さい仮想事業（1街区・6区画）に適用した。なお、図中の記号等の意味は凡例に示した。

(ア)～(カ)の6つの建物は全て木造系住居とし、これらを中断移転工法で移転し、建物の再築工事に要する時間は210日を仮定した。仮住居の方法は全て賃貸住宅とし、120,000円/月を仮定した。仮換地の位置は、一般的な事業で行われているように、従前地に近くなるように配置した。

図-6は、仮想事業に関する提案手法適用前の施工計画のネットワーク式工程表であり、すべてのアクティビティを最早開始日に開始するものとしている。図中、 CP をわかりやすくするため CP 上のアクティビティを中抜きのバーで表示した。

なお、仮換地先での中断再築工事は協議移転であることから民間発注工事となり、区画整理事業主が発注する工事とならない。そこで、中断再築の工事が開始するまでを事業工程として設定した。事業の開始日は2005年4月1日と設定した。

以下、図-6のネットワーク式工程表に対して提

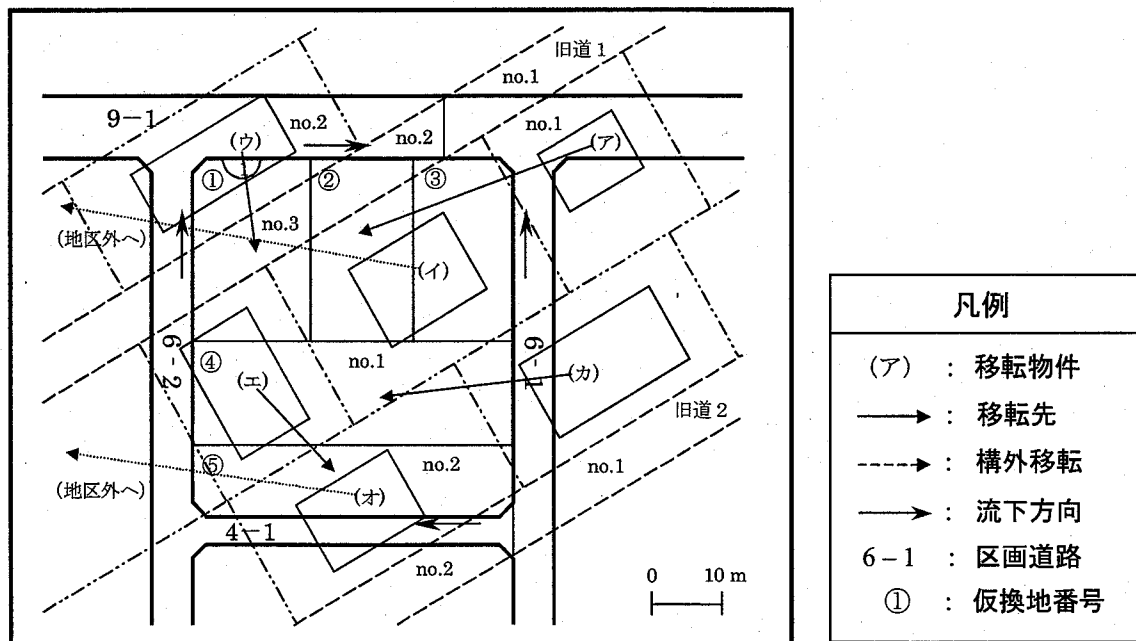


図-5 仮想事業の平面図

案手法を適用して、総仮住居期間を短縮する過程の妥当性を検証する。具体的には、ID 番号の若い順に総仮住居期間が短縮できるかどうか、短縮過程を前出の図-4のフローチャートで判断する。

[短縮対象の判断]

まず、図-5中の移転物件(ア)の仮住居期間の短縮を考える。図-6において、移転物件(ア)の中断移転のための撤去工事、すなわち ID1 移転物件撤去(ア)は中抜きバーで表記されており、CP 上に存在する。そこで、P₁において仮住居期間の短縮はできないと判断され、P₁₁に進む。

[自由余裕の有無の判断]

次に、移転物件(カ)の仮住居期間の短縮を考える。移転物件(カ)の中断移転のための撤去工事である ID5 移転物件撤去(カ)は、CP 上以外にある。このため P₂に進み、仮住居期間が短縮できる自由余裕があるか否かの判断をする。移転物件(カ)は、ID5 移転物件撤去(カ)と ID18 移転物件再築開始(カ)までの間に自由余裕があり、かつ、これらの経路上に他のアクティビティがない。そのため、P₂から P₅に進み、総仮住居期間ができるか否かの判断をする。

[短縮可能性の判断]

ID5 移転物件撤去(カ)に後続する ID7 旧道撤去 2 no.1 までのアクティビティに注目すると、他の移転物件の再築工事が無い。このため、P₅において、ID5 移転物件撤去(カ)の開始日を遅らせても仮住居期間

が延伸する移転物件はないと判断される。そのため、 $D(1)=E(1)-L(1)=1-0=1>0$ となる。つまり、P₅から P₁₀に進み、事業期間を延伸させない範囲で移転物件(カ)の撤去工事の開始日を遅らせて仮住居期間の短縮を行う。実際に、どれだけ撤去工事の開始日を遅らせるかを以下に説明する。

[仮設住居期間の短縮]

移転物件(カ)

図-6の右欄に示すように移転物件(カ)の使用収益停止期間は、ID5の移転物件(カ)の撤去工事の開始日から ID18の移転物件(カ)の再築工事の開始日までの 135 日である。この期間を Ta と表わす。また移転物件(カ)の延伸の対象となる自由余裕 FF は、ID5 移転物件撤去(カ)と ID18 移転物件再築開始(カ)の間に存在する自由余裕 105 日であり、これを FF_{a-1}とする。一方、移転物件(カ)の全余裕は、ID5 移転物件撤去(カ)の後続アクティビティである ID7 の旧道撤去 2 no.1 の工事終了日から ID25 の事業終了までの 130 日である。これを TF_{a-2}と表わす。

上記の自由余裕と全余裕を踏まえ、総仮住居期間を短縮することを考える。図-6の ID5 移転物件撤去(カ)に接続する ID7 までのアクティビティを見れば、移転物件(カ)は、自由余裕 FF_{a-1}が無くなるまで撤去工事の開始日を遅らせても、その他の移転物件の仮住居期間が延伸することはないことが読み取れる。また、FF_{a-1}(105 日)は TF_{a-2}(130 日)よりも小さい

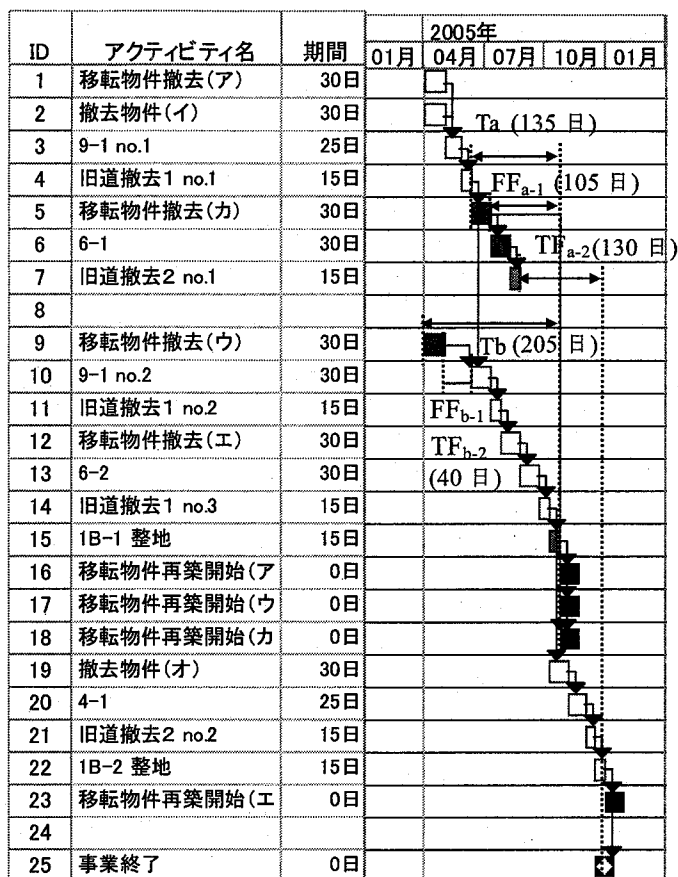


図-6 ネットワーク式工程表 (適用前)

ため、 FF_{a-1} の自由余裕が無くなるまで撤去工事の開始日を遅らせても、事業期間は延伸しない。これらのことより、移転物件(カ)は撤去工事の開始日を自由余裕 FF_{a-1} が無くなるまで遅らせることとする。つまり、105 日間の仮住居期間短縮が可能になる。

移転物件(ウ)

つぎに、移転物件(ウ)の仮住居期間の短縮を考える。ID9 移転物件撤去(ウ)は CP 上には存在しないので、 P_2 に進む。そして、仮住居期間が短縮できる自由余裕があるか否かの判断をする。移転物件(ウ)は、ID9 移転物件撤去(ウ)と、ID17 中断最築開始(ウ)に先行するアクティビティである ID10 の 9-1 no.2 の間に自由余裕がある。つまり、 P_3 での判断結果は yes となり P_5 に進む。

そして P_5 において、総仮住居期間ができるか否かの判断をすることになる。具体的には、図-6 より ID9 移転物件撤去(ウ)と後続アクティビティである ID10 の 9-1 no.2 には自由余裕があるため、ID9 移転物件撤去(ウ)の開始日を遅らせることが原因で仮住居期間が延伸してしまう移転物件はない。したがって、 $D(1)=E(1)-L(1)=1-0=1>0$ となる。つまり P_5



図-7 総仮住居期間短縮工程表 (適用後)

から P_{10} に進み、事業期間を延伸させない範囲で移転物件(ウ)の撤去工事の開始日を遅らせることで仮住居期間の短縮を行うことになる。この内容を以下に説明する。

図-6 に示したように移転物件(ウ)の使用収益停止期間は 205 日であり、これを T_b と表わす。また、移転物件(ウ)に関して消化を考える自由余裕は、ID9 移転物件撤去から ID18 移転物件再築開始までの経路上にある ID9 移転物件撤去と ID10 の 9-1 no.2(区画道路築造)の間に存在する自由余裕 (40 日) である。これを FF_{b-1} とする。一方、ID9 の移転物件(ウ)の撤去工事の全余裕は、ID9 の移転物件撤去(ウ)の工事終了日から ID10 の 9-1 no.2 までの 40 日である。これを TF_{b-2} と表わす。

以上の自由余裕と全余裕を踏まえ、総仮住居期間を短縮することを考える。図-6 より、移転物件(ウ)は自由余裕 FF_{b-1} が無くなるまで撤去工事の開始日を遅らせても、その他の移転物件の仮住居期間を延伸することはない。また、 FF_{b-1} と TF_{b-1} はいずれも 40 日で等しいため、 FF_{b-1} が 0 になるまで撤去工事の開始日を遅らせても、事業期間は延伸しない。これ

表－１ 仮想事業への適用結果

名 称	移転費 [中断移転 方法] (千円)	各移転物件の使用収 益停止期間(月)				総使用 収益停 止期間 (月)	総仮住 居期間 (月)	総仮住 居費 (千円)
		ア	ウ	エ	カ			
ネット ワーク式 工程表	151,000		7		5	25	53	6,360
総仮住居 期間短縮 工程表		7		6	1	20	48	5,760

らのことより、移転物件(ウ)は撤去工事の開始日を自由余裕 $FF_{b,1}$ が 0 になるまで遅延させることにより、仮住居期間が 40 日短縮できる。

移転物件(エ)

最後に、移転物件(エ)の仮住居期間の短縮を考える。移転物件(エ)の撤去工事である ID12 移転物件撤去(エ)は CP 上にあるので、 P_1 において仮住居期間の短縮はできない。このため、 P_1 から P_{11} に進む。

以上、すべての移転物件に対して仮住居期間が短縮できるか否かの判断を行ったので、End に進み短縮作業を終了する。

(2) 仮想事業への適用結果

図－7 は、以上のアルゴリズムから得られた工程表であり、以後、「総仮住居期間短縮工程表」と呼ぶ。本手法の短縮効果を検討するために、ネットワーク式工程表と総仮住居期間短縮工程表の使用収益停止期間、総仮住居期間、仮住居費を比較する。

表－1 は両者の比較であり、総仮住居期間を 5 ヶ月短縮できており、それに伴い仮住居費が 600(千円)削減されている。これは、当初の仮住居費 6,360(千円)の約 10% である。なお、この表－1 では、間接費となる事務費(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)を算出していないが、これは図－5 で示す仮想事業が事業の対象地区内にある 1 街区を想定しているために、全体の事業期間が算出できないことによる。しかし前述したように事業終了日は固定されているために、事務費は一定である。

以上に示したように提案手法はアルゴリズムにも不整合はみられず、短縮効果も確認できたことから、以下、実用性について検討する。

4. 実事業への適用

(1) 総仮住居期間の短縮

前述のように、提案手法は仮想事業に対して総仮住居期間の短縮をもたらすことが確認できた。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も少ない。そのため、ある移転物件の撤去工事の開始日を遅らせたときに、その他の移転物件の仮住居期間が延伸するという現実的な現象が発生しにくいことが考えられる。このため、実事業に提案手法を適用し、提案手法の実用性を確認する必要がある。そこで、実際に事業中の 3 事業（以降、A 事業、B 事業、C 事業と記す。）へ適用して、提案手法の実用性を確認する。

表－2 は 3 事業の概要であるが、A 事業と B 事業は地区面積が 20(ha)と 15(ha)、住宅戸数密度が 40(戸/ha)と 45(戸/ha)であり、規模や内容などが比較的類似している。一方、C 事業は地区面積が広く、住宅戸数密度が低い農用地が混在する地区である。以下に適用結果を示す。

表－2 実事業の概要

事業名	A 事業	B 事業	C 事業
地区面積 (ha)	約20	約15	約90
事業期間 (年)	8	12	14
事務費 (千円/年)	200,000	140,000	80,000
仮住居の方法	賃貸住宅	賃貸住宅	賃貸住宅
仮住居費用 (千円/月)	120	150	100
総移転件数 (件)	約290	約380	約300
住宅戸数密度 (戸/ha)	約40	約45	約12
事業の特徴	密集地区、マイルストーンの制約がある。	密集地区、マイルストーンの制約がある。	非密集地区(住居地区と農用地が混在。)

① A 事業

A 事業の中断移転の移転費は 6,185,000(千円)であり、総事業費約 16,609,000(千円)に占める割合は約 37% である。中断移転の件数は 232 件であり全体の約 80% を占める。この事業にネットワーク式工程表を適用した結果、中断移転が適用される移転物件の総仮住居期間は 5,901(月)、総仮住居費は 708,120(千円)と算定された。参考のため、表中の()内に直接移転の総仮住居期間と、総仮住居費を記載している。

表-3 A事業への適用結果

名 称	事業 期間 (年)	移転費 [中断移転 方法] (千円)	総仮住 居期間 (月)	総仮住居 費(千円)	平均仮住 居期間 (月/件)
ネット ワーク式 工程表	8	6,185,000	5,901 (107)	708,120 (12,840)	20.51
総仮住居 期間短縮 工程表			5,598	671,760	19.47

表-4 A事業におけるマイルストーンの完了年月

	工 種	目標年次	ネットワーク式 工程表	総仮住居期間 短縮工程表
整備 目標 (地区 内)	駅前広場	～H22年12月	H22年10月	H22年12月
	A線	～H22年12月	H20年11月	H20年11月
	B線 (H線～I線区間)	～H22年12月	H22年12月	H22年12月
	B線 (J線～K線区間)	～H25年度	H24年11月	H24年11月
	C線(暫定2車線)	～H22年12月	H22年6月	H22年12月
	C線(全線4車線)	～H25年度	H23年8月	H23年8月
	D線 (地区内区間)	～H25年度	H20年3月	H20年3月
	E線 (地区内区間)	～H22年12月	H23年10月	H23年10月
	F橋迂回路	～H19年度	H19年11月	H20年3月
	G橋迂回路	～H19年度	H19年10月	H19年10月

なおA事業には、主要な10施設について完成目標年月が設定されるといったマイルストーンの制約がある。そこで、マイルストーンの制約をできるだけ満足し、遅れる場合でも年度内に収まるように提案手法を適用して総仮住居期間の短縮を行った。表-3はその適用結果である。表より、総仮住居期間が5,598(月)、総仮住居費は671,760(千円)となり、約5%にあたる303(月)の短縮と、36,360(千円)の削減ができたことがわかる。なお、1件あたりの平均仮住居期間は約1ヶ月短縮され、19.47(月)となっている。

また、マイルストーンが設定された11施設の整備完了年月を表-4に示すが、7施設がネットワーク式工程表と同じ完成年月にすることができた。駅前広場、C線(暫定2車線道路)、F橋迂回路の3つの施設は完了年月がより最大で6ヶ月遅れているが、いずれも目標年度内に収まっている。一方、E線の

表-5 B事業への適用結果

名 称	事業 期間 (年)	移転費 [中断移転 方法] (千円)	総仮住 居期間 (月)	総仮住居費 (千円)	平均仮住 居期間 (月/件)
ネット ワーク式 工程表	12	7,505,000	9,074 (324)	1,361,100 (48,600)	24.73
総仮住居 期間短縮 工程表			7,267	1,090,050	19.98

完了年は目標年次内に収まっていない。しかし表をみればわかるように、これはネットワーク式工程表作成時に既にマイルストーンの年月より10ヶ月遅れていたことに因るものである。これより、提案手法はマイルストーンが設定されても適用できることが確認される。

② B事業

B事業の中断移転の移転費は7,505,000(千円)であり、総事業費約19,710,000(千円)に占める割合は約38%である。中断移転の件数は208件であり移転物件全体の55%を占める。ネットワーク式工程表から総仮住居期間が9,074(月)、総仮住居費は1,361,100(千円)と算定された。B事業にも2施設についてマイルストーンの制約があるので、この制約を考慮しつつ総仮住居期間の短縮を行った。

B事業への提案手法の適用結果を表-5に示すが、総仮住居期間が7,267(月)、総仮住居費は1,090,050(千円)となり、適用前の約20%にあたる1,807(月)の短縮と271,050(千円)の削減が可能となっている。

また、1件当たりの平均仮住居期間は24.73(月)から19.98(月)と約5ヶ月削減され、事業の特徴が似ているA事業とほぼ同じ長さまで短縮できている。なお、2施設のマイルストーンについては、いずれもネットワーク式工程表と同じ完成年月とすることができた。

③ C事業

C事業の中断移転の移転費は2,802,000(千円)であり、総事業費19,245,000(千円)に占める割合は約15%である。中断移転の件数は114件であり、移転物件全体に占める割合は約38%であり、A事業およびB事業に比べて低い値である。

表－6 C事業への適用結果

名 称	事業 期間 (年)	移転費 [中断移転 方法] (千円)	総仮住 居期間 (月)	総仮住居費 (千円)	平均仮住 居期間 (月／件)
ネット ワーク式 工程表	14	2,802,000	2,448	244,800	11.10
総仮住居 期間短縮 工程表			(961)	(48,600)	
			2,065	206,500	9.86

表－6はC事業への適用結果である。表より、総仮住居期間が2,065(月)、総仮住居費は206,500(千円)となり、適用前の約15%にあたる総仮住居期間の383(月)を短縮でき、総仮住居費は38,300(千円)を削減できている。

以上3つの実事業において、仮住居期間の短縮と仮住居費の削減が可能であり、提案手法の実用性を確認できた。

(2) 仮住居期間の削減月数

以下に、短縮期間の内容を検討する。表－7は、3事業の移転物件について、提案手法を適用する前の仮住居期間を縦方向に区分し、適用後の削減月数の平均をその右側に示したものである。

表－7をみると仮住居期間が1年未満の移転物件に対する平均削減月数は0～0.02(月)であり、3事業ともほとんど削減されていないことがわかる。これは、仮住居期間の短い移転物件の工程にはFFがあまり含まれないことに起因する。これに対して、仮住居期間が1～2年の移転物件では平均削減月数は0.31～0.96(月)であり、削減月数がやや大きくなることわかる。

仮住居期間が2年以上の移転物件については、A事業における3～4年と5～6年、C事業における5～6年と9～10年の物件の短縮が見られない他は、2.0～35.9(月)程度削減されており、削減月数が更に大きくなる傾向にある。つまり、仮住居期間の長い移転物件ほどFFやTFを多く含んでおり、仮住居期間を多く削減できるものと考えられる。

なお、B事業では8～9年以上の仮住居期間の移転物件において22ヶ月以上の短縮が可能になっており、これが約20%という大幅な短縮に貢献している。

(3) 事業進捗率による評価

表－7 仮住居期間の削減月数

		A事業		B事業		C事業	
		物件数 (件)	平均削減 月数 (月)	物件数 (件)	平均削減 月数 (月)	物件数 (件)	平均削減 月数 (月)
適用 前の 仮住 居期 間 (年)	0～1	13	0	24	0.02	66	0.01
	1～2	130	0.33	69	0.96	16	0.31
	2～3	50	4.14	30	2.50	11	3.18
	3～4	16	0.06	21	12.24	5	9.20
	4～5	21	11.76	13	6.38	10	15.20
	5～6	2	0	0	0	1	0
	6～7	—	—	16	5.38	4	35.75
	7～8	—	—	1	2.00	0	0
	8～9	—	—	10	22.00	0	0
	9～10			10	35.90	1	0
	10～11			7	34.00	—	—
	11～12			6	35.00	—	—
	12～13			1	35.00	—	—

実事業では、施工上の条件や管理上の条件が変化することによって計画工程と実施工程にズレが生じるケースがある。そのため、計画年度の後半部分に多くの工事を保有してそのズレが大きくなった場合、工期内の完成を断念するか、もしくは突貫工事に対処することになる。突貫工事を行えば工期は守りうるが、工事の品質や安全性を損なう可能性を高めたり経済性を犠牲にしたりしてしまう。このことより、計画年度の後半部分に多くの工事を保有する施工計画は望ましくないといえる。

提案手法は工事の日程を後期に移動する手法である。そのため、提案手法を適用することで計画年度の後半部分に多くの工事を保有してしまう恐れがある。そこで、上記の適用結果から時間経過に対する施工計画の事業進捗率を出来高ベースで表した計画工程曲線を求めて、これとバナナ曲線^{※3)}を比較・検討する。具体的には、計画工程曲線がバナナ曲線の上方限界を超えたときは、計画年度の前半部分に多くの工事を保有していると判断する。逆に、工程管理曲線が下方限界を下回れば、後半部分に多くの工事が存在すると判断する。

A事業、B事業、C事業における計画工程曲線を図－8、図－9、図－10に示す。A事業では事業の後半で、B事業とC事業は前半において、総仮住居期間短縮工程表はネットワーク式工程表と同様にバナナ曲線の上方限界を超えている。このことから、A事業は計画年度の中盤に、B事業とC事業は前半

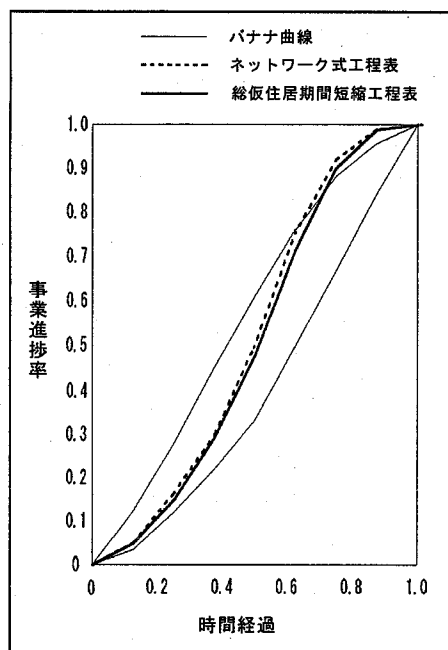


図-8 計画工程曲線(A事業)

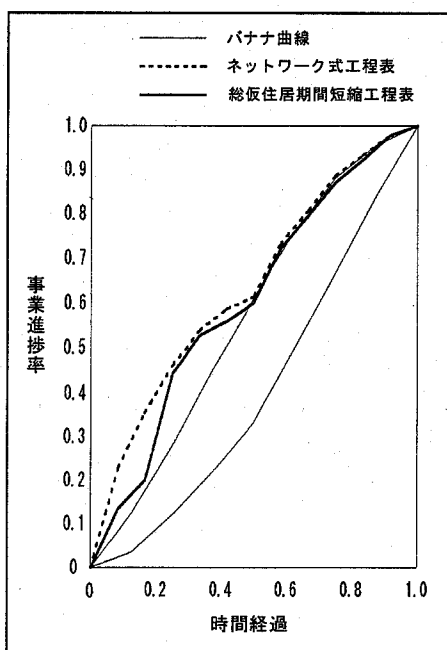


図-9 計画工程曲線(B事業)

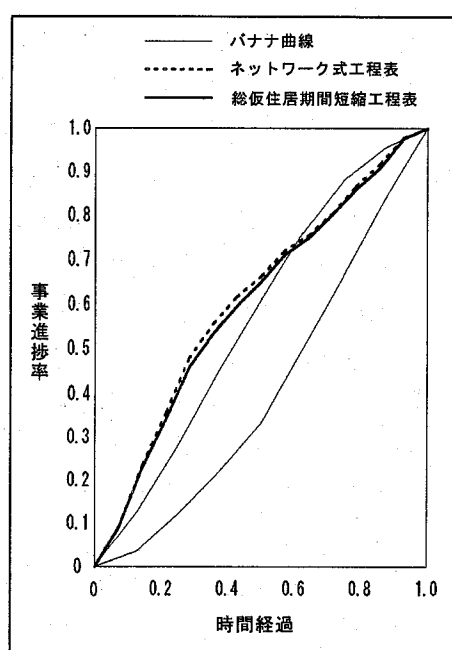


図-10 計画工程曲線(C事業)

部分に多くの工事を保有していることがわかる。つまり、提案手法の適用によって多くの工事を工期の後半部分に集約することはなかった。

次に、工期後半において突貫工事が必要となるリスクについて考える。図-11は3つの事業において提案手法の適用により削減した自由余裕・全余裕であり、横軸は工期の時間経過を比率で表し、縦軸は削減した自由余裕・全余裕の日数を示している。A事業(事業期間8年)は中盤にピークがあり、B事業(事業期間12年)は前半と後半に2つのピークをもち、C事業(事業期間12年)は前半にピークがある。

A事業とC事業については、工期の最後部(時間経過0.9~1.0)において、削減された自由余裕や全余裕は少ない。つまり、ネットワーク工程表に比べて、工期最後部において突貫工事となるリスクを高める結果とはなっていないものと判断される。

一方、B事業については、工期の最後部(時間経過0.83付近:10年目)において小さなピークをもつ。つまり自由余裕や全余裕を削減に起因して突貫工事が発生するリスクを保有している。このような場合、事業期間12年の10年目および11年目において、突貫工事を避けるようきめ細かい施工管理に努めることが必要となる。

5. 結論

本稿の結果をまとめると以下のとおりである。

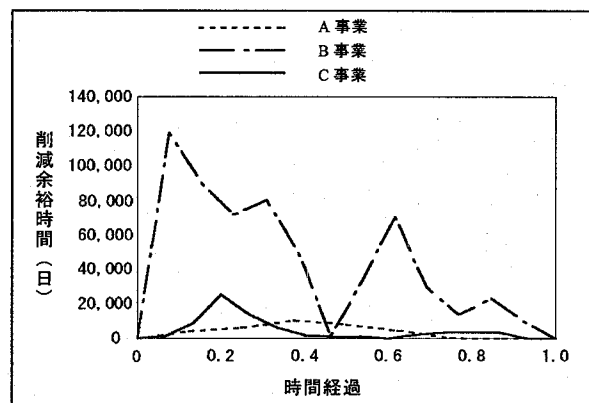


図-11 削減した自由余裕・全余裕

- 1) 区画整理事業の施工効率性を高めるのにネットワーク式工程表は有効であるが、中断移転物件を撤去して再築するまでの工程の中に自由余裕(FI)や全余裕(TI)を持つ工事が存在する。本稿では、一定の条件を満足する移転物件の工事の自由余裕(FI)や全余裕(TI)を短縮して撤去工事の開始日を遅延させることにより、事業全体の総仮住居期間を短縮する新たな手法を開発した。
- 2) 提案手法を仮想事業に適用し、総仮住居期間短縮のアルゴリズムに矛盾、不整合や利用上の問題がないことを確認した。
- 3) 提案手法を3つの実事業に適用した。その結果、約5%~20%の総仮住居期間の短縮と仮住居費の削減を可能にしており、提案手法は実用性をもつと判断できる。

- 4) 仮住居期間の削減月数と、提案手法適用前の仮住居期間との関係を検討した。その結果、仮住居期間が長い移転物件ほど、提案手法により削減される仮住居期間が大きい傾向が認められた。
- 5) バナナ曲線を基準として施工計画の時間経過に対する事業進捗率(工事)の妥当性を検討した結果、提案手法は事業期間の後半部分に多くの工事を集約する性質はないことが確認できた。
- 6) 提案手法は工程上の余裕を削減するため、特に工期の最後部に削減した場合には突貫工事が必要となるリスクを保有する。このような場合には、きめ細かい施工管理に努めることが必要となる。
- 7) 以上の結果より、提案手法は区画整理事業のコスト縮減や地権者や住民の同意形成を支援する有用な施工計画手法となり得ると考えられる。

【脚注】

*1) 中断移転方法

仮換地を使用できないために、建築物等を解体除去して仮換地が使用可能となった時点で再築する方法である。後続の建築物等の移転が著しく促進される場合に適用される。

*2) 直接移転方法

建築物等を従前地から仮換地に直ちに移転する方法であ

る。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適用される。

*3) バナナ曲線

種々の事例から、時間経過と出来高の関係を表した工程管理のための曲線である。工事着工当初および工事末期の不可避免的な遅滞現象にも有用とされる⁵⁾。

【参考文献】

- 1) 日本土地区画整理協会：土地区画整理事業移転補償実務マニュアル，スギタ，p97，2000.
- 2) 浅野誠，出口近士，吉武哲信：土地区画整理事業における中断移転に伴う不効用の推定，建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，p131－p134，2002.
- 3) 浅野誠，出口近士，吉武哲信：施工計画立案システムを利用した集団移転方法の決定方法，区画整理フォーラム 2002 講演集 p23－p26，2002.
- 4) 浅野誠，出口近士，吉武哲信：土地区画整理のプロジェクトマネジメントを支援する施工計画立案システムの作成，建設マネジメント研究論文集 Vol.9，p101－p114，2002.
- 5) 佐用泰司：増補版 工事管理，鹿島出版会，p263，1978.

A method for shortening total period of temporary housings in land readjustment project and its practicability

By Chikashi DEGUCHI, Takanori SATA, Tetsunobu YOSHITAKE and Makoto ASANO

Land readjustment projects in densely built-up area are often prolonged by relocations of many buildings. To prevent the prolongation, buildings are pulled down and newly built at another site. However, in such cases, many building owners have to live in temporary houses and this raises project costs.

This paper aims to develop a method to reduce total temporary housing period and cost by shortening free floats and total floats of network scheduling method.

Main results are as follows:

- 1) The result of application to a model project shows the validity of proposed method which shorten the free floats between building removal and the end of temporary housing.
- 2) The proposed method reduced about 5%-20% of temporary housing periods and costs in three practical projects.
- 3) It can be said that the proposed method is effective for reducing project cost and for consensus-building.