

スカイシティ1000構想の 交通システム計画をめぐる諸問題

内崎 巖*

スカイシティ1000構想では高さ1,000mの一個の建造物で、約800ヘクタールの床を含み10万人を越える人々が活動する規模の都市を構築する計画である。建物の高層化・巨大化につれて、交通システムの建物全体に占めるウエイトが格段に高まるので、現状の技術水準や運搬能力を前提として個々の輸送機関を組み合わせる、といった従来の枠組み内の検討では限界がある。この巨大な建物内の交通システム計画に当たっては、狭い専有面積で高い垂直輸送能力を備えた新しい輸送機関というハード面の開発だけでなく、輸送装置、土木、建築などの異なる分野の技術を都市計画レベルで統合するというソフト面での新しい考え方の導入も重要である。

Some Problems on Transportation Systems for the SKY CITY 1000 Plan

Iwao UCHIZAKI*

In the SKY CITY 1000 plan, a 1000 meter high vertical community providing 800 hectares floor for 35,000 residents and 100,000 workers is proposed. Since extremely large scale of the building increases significance of the transportation systems in terms of appearance and function of the city, combination of conventional transportation systems can't meet with various requirements on transportation capacity, compactness and structures to support the system. For comprehensive planning, space saving vertical transportation systems with high capacity need to be developed. In addition, wide range of technological fields such as mechanical, architectural and civil engineering are to be integrated into the total plan toward realization of the vertical city.

1. まえがき

スカイシティ1000は高さ1,000mの巨大な建物を構築し、周囲に広大な自然を創り出そうとする構想である。ここには約800haの床が含まれ、住宅、オフィス、商業施設、公共施設などで約13万人が活動する計画となっており、この広さは霞が関ビルの50倍にもなる。まさに立派な都市の規模といえる。

従来の概念からかけ離れた大きさということから、その交通システムはこれまでの延長線上で処理できると考えるわけにはいかない。小規模ビル内で人の

流れを処理することのみ考えてきたこれまでの枠組みを越えて、局所空間に機能が集中する縦型の都市にふさわしい新しい考え方が導入される必要がある。

周知のように、いま人々が都市へ集まっている。全国の市町村の8割で人口が減少し続け、東京50キロ圏では1年間に25万人が増え、大阪、名古屋圏でも、それぞれ5万人程度増えている。こうした地方から都市への人口の流れは、よりよい生活を求める人の心を、さまざまな雇用機会に恵まれている都市が引き付ける、という経済的動機がもたらす現象と考えられるが、都市の持つ求心力はそれだけでは説明しきれない。人々が多く集まるほど、地方都市では味わい難い豊かな文化的生活が生まれ、都市のもつ魅力を一層多彩なものとする効果も軽視すべきではない。都会におけるスポーツや音楽などの催し物は

* 榊竹中工務店技術研究所主任
Chief Research Engineer, Technical Research
Laboratory, Takenaka Corp.
原稿受理 1990年1月22日



Fig. 1 スカイシティ1000の遠景



Fig. 2 スカイシティ1000

高度で幅広くなり、文化面における地方と都市との格差は年々拡大する傾向にある。これが地方から都市への人の流れをさらに強くすることとなっている。

こうした都市の活動と交通システムとは次のように深い関わりをもっている。都市の魅力構成する要素にはまず利便性が挙げられるが、これは人口が集中することからくる効果と考えられる。いろいろな人々が一箇所に集まれば、現代人の多様な要求を満たしてくれる場所がどこかに生まれる。どんな魅力的な場所がどこにあるかを知りたがる多くの需要が都市における高度な情報伝達手段の発達を促す。そうして、どこへでも簡単に行けるシステムが出来上がってくる。バスや自動車、高速鉄道や地下鉄が有機的に組み合わさって、待ち時間が少なく、安く、速い近代的大量輸送交通網が実現している。人や物の移動にかかわる膨大な需要がもたらしたものである。同時に、これらの交通手段が人々の持つ要求を満たし、需要を引き起こした結果、都市生活に豊かな彩りを添え、都市の成長をもたらしたともいえる。つまり、相互に刺激し合いながら発達してきたと、考えられる。この人々の移動を容易にして活性化を促すという意味から、交通輸送機関は都市の経済や文化にかかわる活動を基本的なところで支えている点で大切である。

こうした背景を踏まえた場合、縦型の都市の交通

システムはどういった視点にポイントをおいて検討すべきなのだろうか。機能が縦に集積された都市の魅力を高めるためにはどんな機能を強化すべきなのか。また、付加すべき機能はどんなことが考えられるのか、などなど難しい問題は数多い。

本論では、これらの諸問題に対する解答を直接提案するのではなく、読者諸兄に議論して戴くための材料を提供できることを望んでいる。そのためのたたき台としてスカイシティ1000の交通システム計画を以下に述べる。

2. 縦型都市構想：スカイシティ1000の概要

2-1 背景

スカイシティ1000はその名前が示すように、高さ1,000mの巨大な構造物である。この構想の基本的考えは建物を最大限に高めて、快適でゆとりある人間的生活空間を創造し、あわせてその周囲に広く緑豊かな自然を取り戻すことを目指している。つまり、背の低い建物が平面的に広がっているこれまでの都市機能を、縦に積み重ねて一つの建造物内に吸収することにより、外周に広大なスペースを生み出そうとする構想である。

元来、人間は自然と親しみ、自然からの恵みを受け、共存することで豊かさを高めてきた。しかしながら、現在、東京を取り巻く自然環境は破壊されつ

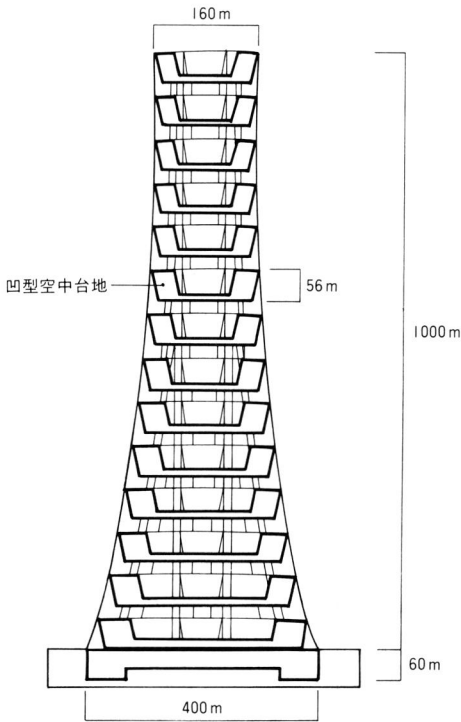


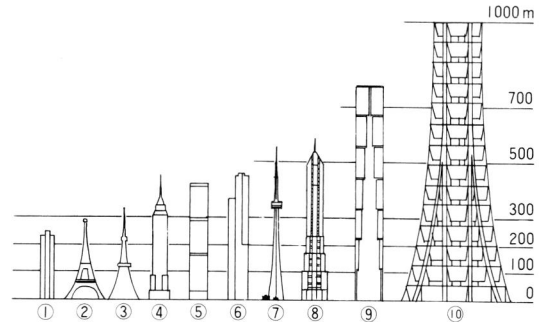
Fig. 3 スカイシティ1000の全景

つある。水や緑が急速に失われ、都市熱、砂漠化などの言葉を生み出すまでに都市化が進展している。われわれの日常生活を振り返ってみても、サラリーマンは狭い住まいから朝早く飛び出して通勤に1時間以上も毎日費やしている。たしかに、公園やレクリエーション施設も乏しく、欧米先進国に較べて、著しく劣っている。このように豊かさとは程遠い生活実態は都市の便利さを享受する代償としてはあまりにも耐え難いと、誰もが感じているに違いない。

そうした状況をつくりだしている根本的原因の一つに、空中の高度利用が未発達な点が挙げられる。実際、都心部の建物の高さを調べてみると、平均的には3階にも満たないという結果が得られている。これは建物を思い切って高くすれば、ゆとりあるスペースをつくりだせる余地のあることを示している。スカイシティ1000の狙いとする都市機能の空間的高密度化＝縦型都市はそうした状況の改善を中心課題として提案するものである。

2-2 計画概要

スカイシティ1000の主な構造は空中台地と呼ぶ六角形の凹型構造物が14層重なっていて、それらはスーパーカラムと呼ぶ巨大な柱で支えられている。この柱は下部で12本、途中から合体して上部では6本



①サンシャイン60 (東京、1978) ②エッフェル塔 (パリ、1889) ③東京タワー (東京、1958) ④エンパイアステートビル (ニューヨーク、1931) ⑤ニューヨークワールドトレードセンター (ニューヨーク、1972) ⑥シアーズタワー (シカゴ、1974) ⑦CNタワー (カナダ、1975) ⑧テレビジョンシティタワー (ニューヨーク、計画中) ⑨シカゴワールドトレードセンター (シカゴ、計画中) ⑩スカイシティ1000

Fig. 4 建築物の高さの比較

になっている。最下部空中台地の直径は約400mあり、厚さは56m、空中台地間には20m程度の間隔がある (Fig. 3)。各空中台地は14階建てで、それぞれ100～15haの面積をもっている。

スカイシティ1000の最大の特徴はその高さにある。1,000mという高さはFig. 4に示すように従来の超高層ビル概念をはるかに越えている。そこに含まれる床は800haの広さになる。この広さは霞が関ビルの約50倍にもなる。住宅やオフィスばかりではなく、商業施設、文化施設、あるいは学校や公園などの公共施設も建設され、それらが1,000mの高さにわたって立体的に配置される計画である。

このビルに使われる材料には軽くて強い性質が要求される。1,000mの高さの構造物を支える柱の太さや基礎の大きさは上部構造物の重さで決ってしまうからだ。また、耐久性の高い材料も必要となる。数百mの高所に取り付けられる外装材は簡単に取替えられないためだ。現在、建材メーカーを中心として、新素材・新材料を用いて材料の性質を飛躍的に高める最先端の研究に力を注いでいるが、この構想はそうした研究開発を促す大きな効果も期待できる。

スカイシティ1000の建設には14年かかる。これは全体が完成する工期であって、それまで使用できないわけではない。全体を4つのブロックに分割し、各ブロック完成毎に実用に供することができる。工事に着工してから6～7年ではじめのブロックが完成し、その後は2～3年毎に順次上層ブロックを建

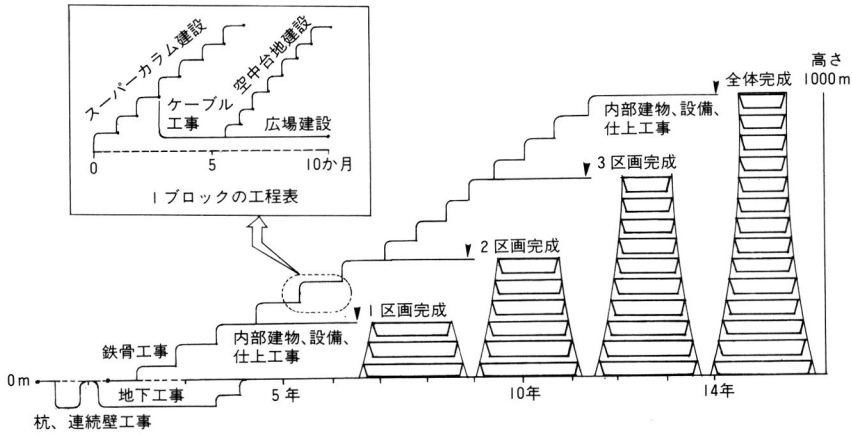


Fig. 5 建設工程と工期

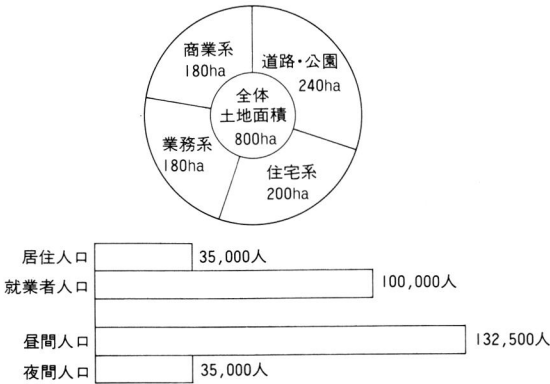


Fig. 6 土地利用区分と人口

設していく計画となっている (Fig. 5)。大規模建設では、部分竣工を考慮した計画という視点も大切となる。

2-3 建設費用

建設費用は現時点の試算では総額 4 兆 7,000 億円にもなる。これは坪当たり単価にすると約 200 万円である。通常の個人住宅の単価約 100 万円にくらべて約 2 倍と割高な印象をうける。しかし、ここで見逃してならないのは、ここでいう建設費には都市の基盤施設を建設する費用も含まれている点が通常の個人住宅の場合とは異なることである。これまでの平面的都市には道路が隅ずみまでゆきわり、ガスや水道管が埋設され、電線網がはりめぐらされている。そして、これらの施設の建設は税金で賄われている。一方、スカイシティ1000では都市として必要な基盤施設を縦に組み込む必要があり、そのための建設費用が上記 200 万円には含まれてくる。つまり、スカイシティ1000ほどの大きになると、道路や鉄道に匹敵する交通手段あるいは公共性の高い基盤施設の建

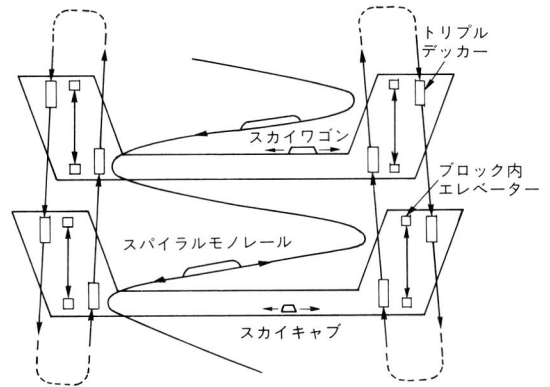


Fig. 7 交通システムの全体像

設費が従来の建設費に加えられる。こうした公共性の高い施設の建設費を含むことを考慮するならば、建設費坪当たり単価 200 万円は決して高すぎない。むしろ、公共的基盤施設の建設にあたって、地方公共団体が、建設費用を負担する事業主体の一員としてだけでなく、税制や運営のルールなどの町づくり全体にわたって積極的に参画するかが重要な課題となる。

3. 交通システムの概要

3-1 交通システムの構成

スカイシティ1000には 3 万 5 千人が住み、10 万人が働くことになる (Fig. 6)。既に述べたように、800 ha に及ぶ床には、住宅やオフィスばかりでなく、商業施設、文化施設、あるいは学校や公園などの公共施設も建設され、それらが 1,000m の高さにあたって立体的に配置される計画である。ここには、10 万人にのぼる人たちが毎日外部から出入りし、それぞれの職場に向かって上下左右に移動する、という人の



Fig. 8 トリプルデッキ

流れが生じる。こうした大量の人の流れを隔ずみまで淀みなく行き渡らせるために、4種類の交通機関を有機的に組み合わせる方法を考えて (Fig. 7)。

縦方向の動脈は人工台地を結ぶ「トリプルデッキ」(3階建て大容量高速エレベーター)と地下の巨大駐車場から人工台地内側に沿ってラセン状に走る「スパイラルモノレール」である。さらに、人工地盤上は「無人バス」や「動く歩道」で移動できるし、人工台地外周部各層を上下する「ブロック内エレベーター」は人々を縦型都市の端まで運ぶ毛細血管の役割を担っている (Fig. 8)。

これらの交通機関は、縦型都市を利用する人々に少ない待ち時間で短時間に目的地にたどり着ける快適な空間移動を提供する。目標とする平均待ち時間30秒を目指して、つぎの2点を取り入れようと計画している。

まず第一に、用途別に分割した区域を合理的に組み合わせることによって、利用者が一時に集中することを避けるという工夫を、縦型都市全体の計画時から取り入れる点である。たとえば、オフィスでのエレベーター利用者数は朝9時から9時30分、昼12時から1時、夕方5時30分から6時に極端なピークを示す。これに対して、集合住宅では昼のピークはなく、朝夕のピークも7時30分から9時30分、3時30分から6時30分と利用時間に幅があり顕著なピークは示さない。同じようにオフィスや集合住宅だけでなく、いろいろな施設ごとの利用者数の時間変化を分析して、これらの施設を合理的に配置すれば、1台のエレベーターが運べる人数は多くなり、同じ台数ならば待ち時間は少なくなる。

第二に、トリプルデッキという3階建てエレベ

ーターを計画している点である。このエレベーターは3階建てで床は縦横3.5mの広さがあり、各階に70人、合計210人を一度に運ぶことができる。この運搬能力はおおよそ電車1輛分に相当する。

ここで、スカイシティ1000に住むサラリーマンの通勤風景を物語として綴ってみると次のようになる。まず上層にある自宅を出て数十秒も歩くと、最寄りのブロック内エレベーターに着く。このエレベーターで空中台地の下層階まで降りる。ここでトリプルデッキに乗り、オフィスのある空中台地で降りると目の前にスカイワゴン (無人車) が待っている。このバスに乗り、水と緑のアトリウムを抜けるとオフィスに着く。家を出てからここまで長くても15分程度だろう。外出にはスパイラルモノレールを利用して地下駅に下れば、地下鉄に直接合流でき、地下の大駐車場は高速道路へと続いている。

ところで、超々高層クラスの大規模ビル内の人の流れや物の流れをスムーズに運営するには、狭い専有面積と高い運搬能力とを同時に満足する垂直輸送システムの導入を図ることが是非とも必要になる。後述するように、運搬能力を高めようと単純にエレベーターの台数を多くしたのでは、ビルが高くなり出入りする人口が増えるほどエレベーターに場所を取られ有効に使えるスペースが少なくなってしまうからである。次に、この点に関するいくつかの問題点を今後の技術開発課題を含めて、指摘したい。

3-2 エレベーターについて

スカイシティ1000ではトリプルデッキという3階建てエレベーターを提案している。縦型都市のように10万人を越える膨大な数の人々が利用するビルではこれまでのエレベーターをそのまま取り入れたのでは必要台数が非常に多くなってしまいます。ちなみに、ニューヨークにあるワールドトレードセンタービルでは1日に13万人が出入りするといわれているが、ここにはなんと208台のエレベーターと49台のエスカレーターが設置されている。

スカイシティ1000の場合はどうであろうか。霞が関ビルを例にとると、常用エレベーターが29台、サービスエレベーターが4台、合計33台が設置されている。スカイシティ1000は霞が関ビルの約50倍の床面積があるので、床面積に比例させると1,650台となる。これはスカイシティ1000をすべてオフィスだけに使うとしているが、4分の1の200haとしても、400台を越えてしまう。

この数字はきわめて大ざっぱな考えに基づいた単

純計算から得られたものだが、エレベーター設置台数算出にかかわる従来からの考え方に立ってはいは途方もない台数が必要となってしまう、実現はとても難しいことは理解していただけることと思う。こうした問題を克服するには、狭い専有面積で運搬能力を飛躍的に向上させる技術開発を進めて、超々高層化する建物内の輸送ニーズに応える努力が必要である。

3-3 望ましい輸送技術

(1) X-Yエレベーター

垂直面内で上下左右に移動できる夢のエレベーター。エレベーターが占める面積を狭くして輸送能力を高めるには、多層化する方法が考えられるが、この方法では限界がある。所詮1本のエレベーターシャフトの中を1台の籠が往復するのであり、ビルが高くなるほど効率性は下がる。もし、垂直方向の移動機能に加えて水平方向の移動機能をエレベーターに付加できるならば、追越しや枝別れできる点で画期的である。転轍機をついた鉄道とおなじように、急行や各駅停車のダイヤを自由に組んで、一つのエレベーターシャフト内に何台もの籠を同時に運転できる。また、水平輸送機関としても機能する。こうした着想を、リニアモーターを利用して実現しようとする試みが、既に報道されている(日経産業新聞、80.12.1)。

(2) フリーアクセス無人車運行システム

人口地盤上に埋め込まれた位置メモリーを一つひとつ読みとって、現在位置を判断する無人車運行システム。現在位置と一瞬前の位置とを較べれば速度と方向がわかるし、人口地盤上の位置メモリー地図にオフィスの位置情報を加えれば、目的地を簡単に機械に教え込める。さらに、マスターコンピュータが個々の無人車と情報をやり取りして、すべての車の位置と速度を把握制御し、システム全体が安全に運行されるコンピュータコントロール運転監視システムを加えれば、運転手は要らなくなる。こうしたシステムが実現できれば、乗客は磁気カードをスロットに入れるだけであとはコンピュータが目的のオフィスまでの最適経路を選んで運んでくれるし、乗客は新聞でも読みながらオフィスのドアの前に車が止まるのを待てばよい、といったことも夢ではなくなる。こうしたシステムを支える制御には複雑で高度な技術が要求されるが、それには、近年急速に発達したデジタル制御技術が大いに役に立つ。制御に関しては、原理的には現状の技術水準で充分対応可能

であろう。むしろ、位置情報の書き込み～検出技術、とくに長期間苛酷な使用条件に耐え、かつ書換え可能な性質を有するメモリー材料の開発がこのシステム実現の鍵になると、考えている。

3-4 輸送手段のための構造物が建物に及ぼす影響

これまでに説明した交通システムのほかに、さまざまな方式が検討のまな板に上った。それらのうちのいくつかを次に紹介する。

(1) ラセン道路

スカイシティ1000の中心部に最上層までのびる直径100mほどのコアを設け、その外周を巡る数条の螺旋道路を配置する構想。この道路は竣工後における通常の道路としての役割にくわえて竣工前の建設資材運搬に威力を発揮するであろうし、そのうえ、災害時の避難ルートは複数備えた方が安全性が高いとの立場からその意味は大きいと考えられた。コア柱の内部は当然のことながらエレベーターに使えるし、空中台地底部の平面を支える構造体としての機能も期待できるはずである。しかしこうしたいくつかのメリットにもかかわらず、この方式を採用するには大きなマイナス要因が指摘された。それは各空中台地の中央に計画されているアトリウム(広場)が成立しなくなるという理由である。巨大な柱と騒音振動を発生する道路が中央にそびえていれば、採光も悪くなるし、周囲の環境にも溶け込みにくい。たしかに、テニスコートや緑と水のある遊歩道などの憩いの空間と引き換えるには失うものが余りにも多すぎる。

(2) 外部軌道

建物の外周に螺旋状の軌道を構築し、そこにモノレールや車を走らせる方式。あるいは、通常の鉄道や道路を数百m離れた地上から次第に高めて、高さ100m程度の所で建物を貫通する方式などがアイデアとして提案された。これらは輸送軌道を支える構造物が建物外部に露出する点で共通している。これらの方式は技術的裏付けを議論する前に、その構造物が外観を大きく変更し、建物固有の景観を著しく損ねるとの理由で不採用となった。

以上の例からわかることは、建物が高層化するほど輸送機関も大型化し、輸送機関を支える構造物のウエイトが高まり、従来にない大きな影響を建物全体に及ぼしてくる点である。単に輸送速度や輸送能力を満足するだけでなく、環境や景観に対する配慮がなければ、プロジェクト全体の質の低下を招くも

のとして受け入れられない。むしろ、建物をより美しくし、より快適な空間を創造する輸送システムが求められている。その実現にあたっては、輸送システムメーカー、総合建設会社、建設・運輸といった行政機構などの共同作業に基づき、それぞれの技術の融合を図る努力が大切だと思う。十年後の21世紀に向けて、首都のビルは高層化が大幅に進展すると予想される状況にあって、景観や環境といった観点は今後、ますます重要になるであろうことを強調したい。

4. むすび

スカイシティ1000の交通システムについて、これまでの検討で得られたプランや基本的考え方を述べた。その作業を通して、建設業に従事する機械屋の目から見て重要と思われるポイントを列挙すると次のようになる。

① 都市の規模を有する巨大なビルの交通システム計画に整合性をもたせるには、従来の小規模ビル

内の輸送という枠組みを取り払い、建築設計にくわえてインフラストラクチャー、輸送機器などの異なる分野の技術を都市計画レベルにおいて融合を図ることが重要である。

② 交通システムは公共交通機関としての性格をもつことから行政サイドからの強力な支援も欠かせない。

③ 都市の最大の魅力である利便性と有効スペースの確保という観点から、狭い専有面積で大きな輸送能力を備えた画期的輸送機の開発が必要である。

なお、この構想は(株)竹中工務店と(株)環境システム研究所とから成るグループV1000(代表、原喬)によるものであることを付記する。

参考文献

- 1) グループV1000編『縦型都市構想』海文堂、1989年
- 2) 木村武雄、木村利雄『建設設備のためのエレベーター・エスカレーター』オーム社、1973年