

都市地下鉄道を対象とした大深度地下利用の 可能性に関する研究

Economic potential of deep underground space use: urban subway case studies

小松 剛弘*・室町 泰徳**

Takehiro KOMATSU and Yasunori MUROMACHI

This paper analyzed the economic potential of deep underground space use by way of cost analysis. We compared two schemes of construction, deep underground space use and conventional underground space use. We selected Yokohama Subway No.1 Line and Tokyo Subway No.12 Line for case studies. For the case of Yokohama, we found that while deep underground space use could cut land cost, construction cost including tunnels and stations outweighed the savings. For the case of Tokyo, appropriate use of deep underground space could cut total cost. However, if we included into cost analysis access cost of urban subway users the most part of which was calculated by multiplying access time with value of time, deep underground space use might not be beneficial for both cases. If starting-up cost such as time-consuming land negotiation was taken into account, earlier opening of subway might make deep underground space use appear significantly more beneficial.

Key words: deep underground space, compensation, urban subway, cost analysis

1. はじめに

2001年4月に「大深度地下の公共的利用における特別措置法（大深度地下法）」が制定された。この法律が施行されて既に4年が経過し、適用の計画事例としては、「東京外郭環状道路の東名高速道路から関越自動車道までの区間」、「神戸市における上水道」、「名古屋から多治見（岐阜）までのリニア中央エクスプレスと高速道路の併用」、「つくばエクスプレスの秋葉原から東京までの区間」などが存在する。大深度地下法を利用しない場合、現状では公共用地の取得に伴う損失補償基準（用対連，昭和37年10月）第25条，空間又は地下の使用に係る補償，「空間又は地下の使用に対しては，前条の規定により算定した額に，土地の利用が妨げられる程度に応じて適正に定めた割合を乗じて得た額をもって補償するもの」という規定が用いられる。一方海外¹⁾をみると，フランスでは1972年にジャック・ラサール氏によって考案された定義を使用し，地下30m以下の補償額は0である。カナダのモントリオールにおいては，5m以下の深さはほとんどが岩盤であるのが特徴となっている。モントリオール市憲章により，地下鉄建設において，10m以下は無補償で建設することが可能である。このような都市地下鉄道の建設における地下利用の可能性に関する規定は明らかに主要な建設費要因となることから詳細な検討が必要である。

内山²⁾は，全国の地下鉄を対象にした，項目別の建設コストの標準化を主眼においた研究を行っている。用地費に関しては個別に費用を算定する必要があるということを述べている。その上で，コストの縮減方法に関して言及を行っている。今後の課題として，計画・設計・技術等の見直しや建設工期の遅延防止などについて言及している。家田他³⁾は，大深度地下利用の経済的優位性の条件，および大深度地下利用調整における合理的な利用方法を検討している。経済的優位性に

キーワード：大深度地下法，補償，都市地下鉄道，費用分析

* 正会員 株式会社日立製作所 水戸交通システム本部 信号システム設計部

** 正会員 東京工業大学大学院助教授 総合理工学研究科 人間環境システム専攻

関しては、対象路線の路線長、駅間隔、深度、土地価格などの多くの条件が検討されている。結果として、都心地下鉄では大深度地下を利用すると用地コストが安くなる一方、郊外地下鉄において駅間が短い場合には用地コストは安くならないが、長い場合では効果的である。利便性においては、乗車時間の短縮にはなるが、ホームから地上までの時間がかかる、などの知見を得ている。今後の課題としては、用地交渉のコストの検討、駅舎部分の建設コストなどを含めた具体的な路線における試算などをあげている。

家田他が指摘するように、大深度地下法の適用により、線路費など費用が増える部分もあるが、用地費や用地交渉を回避できるなど、費用を抑えられる部分も存在する。本研究では、現実の都市地下鉄道を対象としたケーススタディを行い、前述の費用項目を考慮に含めた費用分析を用いて、大深度地下法の適用可能性の検討を行う。

2. 研究対象路線

2.1 対象路線の概要

路線の環境、大深度地下利用を踏まえた地盤状況、地下鉄道の設計基準、3つの条件から、研究対象路線として横浜市交通局1号線（戸塚～湘南台）と東京都交通局12号線（新宿～練馬）を選択した。横浜市交通局1号線（戸塚～湘南台）の区間は、1999年（平成11年）8月29日に開業した区間であり、区間距離は7.4km、駅は6駅で5区間存在する。行政区域は横浜市戸塚区・泉区、藤沢市に跨っている。なお、横浜市交通局1号線は、あざみ野～湘南台全線で40.8kmを有しており、現在の横浜市交通局の路線として最も新しく開業した区間である。東京都交通局12号線（新宿～練馬）の区間は、先に練馬～光が丘間が1991年（平成3年）12月10日に開業しており、区間距離は3.8km、駅は4駅で3区間存在する。その後、新宿～練馬間が1997年（平成9年）12月19日に開業した。区間距離は、9.1kmである。新たに、8駅が開業して、8区間増加した。現在では環状部が開通し、都心部においては実質的な環状機能を有した路線になっている。

2.2 対象路線の建設費用

2つの対象路線の建設費を検討すると、表-1のようになる。

表-1 対象路線の建設費用の内訳

	用地費	建物費	線路費	車両費	電力及び機械費	総係費	単位(千円)	
							建設利息	合計
横浜市交通局1号線 (戸塚～湘南台)	27,736,189	908,098	91,449,509	6,719,486	15,396,599	18,109,738	3,880,618	164,200,237
東京都交通局12号線 (新宿～練馬)	53,600,985	5,158,322	206,241,619	15,398,578	47,541,633	44,987,719	30,451,426	403,380,282

横浜市交通局1号線の場合、全体から見れば、用地費は2番目に大きい費用であるが、線路費からみれば3分の1程度の費用である。なお、建設利息を除いた総額は、1603億円である。東京都交通局12号線の場合、横浜市の場合と同様、線路費、つまりトンネルの掘削工事などが全体の建設費用の半分以上を占めている。それに対して、用地費の割合は横浜市よりは低く、全体の約13%である。しかし、総費用の中では、横浜市と同様、2番目に高い割合である。用地関係費の中で、用地買収の費用は約295億円であり、諸権利金（区分地上権）は約241億円である。総費用は約4034億円であり、建設利息を除くと約3729億円である。

3. 大深度地下利用の基礎的費用分析

3.1 大深度地下利用のシナリオ

分析に先立ち、大深度利用に関する2つのシナリオを設定した。1つめは、途中区間は最大限に大深度地下を用い、

駅舎部分はそれぞれの駅の深度や路線の高低差、鉄道法上の勾配を最大限に用いて、深度を浅くするものである。これを大深度 A（図-1）とする。2つめは、全線全駅において大深度地下を用いるものである。この場合は、すべての区間において地下 40m を利用し、地下区間の区分地上権、および用地買収に関する費用は大深度地下法に基づき無補償、つまり 0 と考える。これを大深度 B（図-2）とする。なお、現状シナリオは通常の用地補償基準を用いたものであり、現状の費用内容を想定している。

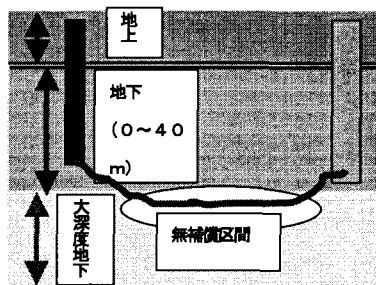


図-1 大深度A

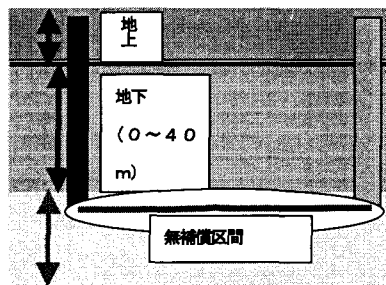


図-2 大深度B

3.2 費用分析

以下では、費用算定の概略を説明する。用地費は、現状シナリオでは現状通りとし、大深度地下Bのシナリオでは 0、大深度地下Aのシナリオでは 0～現状シナリオの間とした。用地費の一部に関して利息を考慮しなければならない可能性があるが、値としては小さく本研究では無視している。線路費+建物費は、家田他³⁾の文献に掲載されている土木工事費単価（表-2）を前提とし、各シナリオ別にトンネル土被りを設定し、費用を積み上げて算出した。特に、大深度地下Aのシナリオで留意しなければならないのは、駅間距離とそれぞれの路線における勾配限度であり、横浜市交通局 1 号線の場合は 1000m で 35m、東京都交通局 12 号線の場合は 1000m で 60m まで可能としている。

なお、現状シナリオに関して、積み上げ計算から得られた線路費+建物費を現実の費用と等しくするため、積み上げ計算値を定数倍し、この調整を大深度地下AおよびBシナリオにも施している。また、用地費、線路費+建物費以外の費用は、現実の費用をそのまま積み上げている。

表-2 費用分析で用いた土木工事単価（文献3）より引用）

トンネル 土被り(m)	土木工事費単価		
	駅・立坑部		駅間複数シールド トンネル部 (百万円/m)
	開削駅・立坑 (万円/m ³)	シールド駅 (百万円/m)	
10	5	—	5
20	7	—	5
30	10	40	5
40	12	40	5.25
50	14	40	5.25
備考	・各ケース間の比較を目的とした概略値である ・インフラ外の施設、特殊工事は含まない		

さらに、都市地下鉄道においては利用者がプラットフォームから改札口を経由して地上の出口まで出るのに時間を要する。このようなアクセス・イグレス時間費用の算定は、主に「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル'99」を参考とした。プロジェクト期間は 40 年とし、時間価値は東京都交通局 12 号線の場合は 1 分あたり 51.7 円、横浜市交通局 1 号線の場合は 1 分あたり 50 円として計算を行った。社会的割引率は 4% である。

3.3 分析結果

費用分析結果を表－3、4に示す。まず、アクセス・イグレス時間費用を考慮しない場合、現状シナリオに比べて、大深度地下Aのように部分的に大深度を使っても、大深度地下Bのように全線で大深度を使っても、費用が高くなることがわかった。しかし、部分的に大深度を使う大深度地下Aでは、現状シナリオの費用と比べて2倍の差も生じていない。特に、東京都交通局12号線においては最大でも4600億円程度ということもあり、条件によっては大深度を利用したほうが良い可能性がうかがえる。

もっともアクセス・イグレス時間費用を考慮した場合、駅部を大深度にすればするほど、利用者にとっての時間費用は大きくなり、40年という視野で見ると膨大なものとなる。このような結果を踏まえると、大深度地下法を適用した都市地下鉄道プロジェクトは、用地費用が削減できるものの、線路費+建物費（特に駅部）とアクセス・イグレス時間費用が高くなり、全体として費用が大きくなる可能性が高い。

表－3 横浜市交通局1号線の場合

(億円)	現状シナリオ	大深度地下A	大深度地下B
用地費用	277	(0～277)	0
線路費+建物費	924	1638	2945
建設全体費用	1642	2089 +(0～277)	3428
アクセス・イグレス費用	660	1322	2808
全体費用	2302	3411 +(0～277)	6236

表－4 東京都交通局12号線の場合

(億円)	現状シナリオ	大深度地下A	大深度地下B
用地費用	536	(0～536)	0
線路費+建物費	2113	2658	4420
建設全体費用	4034	4044 +(0～536)	5950
アクセス・イグレス費用	4031	5003	7303
全体費用	8065	9047 +(0～536)	13253

4. 用地交渉の費用を含めた大深度地下利用の費用分析

4.1 用地交渉の費用を含めた費用分析の前提

前章の費用分析では、大深度地下法適用のメリットの1つである用地交渉が回避できること、それによる計画建設期間の短縮といった内容は含まれていない。本章では、用地交渉の費用を含めた大深度地下利用の費用分析を検討する。ケースとして、建設を行わない、現状、大深度地下A（出来る限り大深度地下利用）、大深度地下B（駅部も含め全線大深度地下利用）の4通りを検討する。現状、大深度地下A、大深度地下Bは、前章と同じシナリオである。「建設を行わない」シナリオを加えた目的は、プロジェクト開始を免許取得時点とすると、そこから地下鉄道が開業するまで利用者はサービス水準の劣った既存の交通機関を使うこととなり、その費用を明示的に表すためである。

各ケースにおいて、プロジェクト期間を40年とし、その初年において免許を取得し、すぐに用地交渉を開始するものとする。大深度地下Bの場合、免許取得から着工までに要する期間を、法的手続に要する期間6ヶ月、井戸等の交渉期間12ヶ月と仮定し、合計18ヶ月とした。大深度地下Aの場合、大深度地下にかからない部分の用地交渉期間をさらに見込んでいる。着工から完成（開業）までは、各ケースとも現実の地下鉄道の工事期間と同一とした。

地下鉄道プロジェクト有無別の利用者のサービス水準は、まず利用者数、ODパターンを一定とし、ODデータは平成12年度の大都市交通センサスから与えた。次に、プロジェクト有無別OD最短所要時間が必要となるが、プロジェクト無しの場合、既存の交通機関としてバスを仮定した場合、および既存鉄道路線とバスの組み合わせを仮定した場合を比較して、いずれか短い方の所要時間を採用した。バス速度は、東京都交通局による11.25km/hを参考とした。プロジェクト有りの場合の最短所要時間は、現状より与えた。前章と同じく、東京都交通局12号線の場合は時間価値を51.7円/分、横浜市交通局1号線の場合は50円/分として、1年あたりの総時間費用を算出し、社会的割引率4%を用いて、プロジェクト期間40年間の総時間費用を計算した。

4.2 用地交渉の費用を含めた費用分析結果

各ケースにおいて、地下鉄道が開業するまでは既存の交通機関のプロジェクト無し所要時間費用、開業後はプロジェクト有り所要時間費用を用いる。例えば、免許取得から15年で開業した場合は、1年目～15年目は既存の交通機関所要時間費用、16年目～40年目は地下鉄道の所要時間費用を合計することとなる。また、所要時間費用以外の費用は開業時に一度に発生するものとしている。これらの条件を踏まえて、シナリオ別に用地費用、線路費+建物費、所要時間費用等を含めた総費用を算定したところ表-5、6のような結果となった。

表-5 横浜市交通局1号線の場合

(億円)	開業前	建設費	開業後	合計
建設を行わない	4186	0	0	4186
現状	1573	1200	988	3760
大深度地下A	1424	1588	1044	4055
大深度地下B	1269	2709	1102	5081

表-6 東京都交通局12号線の場合

(億円)	開業前	建設費	開業後	合計
建設を行わない	11745	0	0	11745
現状	8816	1703	1402	11921
大深度地下A	5925	2526	2786	11237
大深度地下B	4412	4348	3510	12270

横浜市交通局1号線の場合、現状の場合が最も費用が小さく、全線大深度地下利用で建設する大深度地下Bの場合が最も費用が大きい。東京都交通局12号線の場合は、横浜市の場合と違い大深度地下Aで建設するケースがもっとも費用が小さくなった。東京都交通局12号線の場合に関して、40年間の費用累計を図-3に示す。

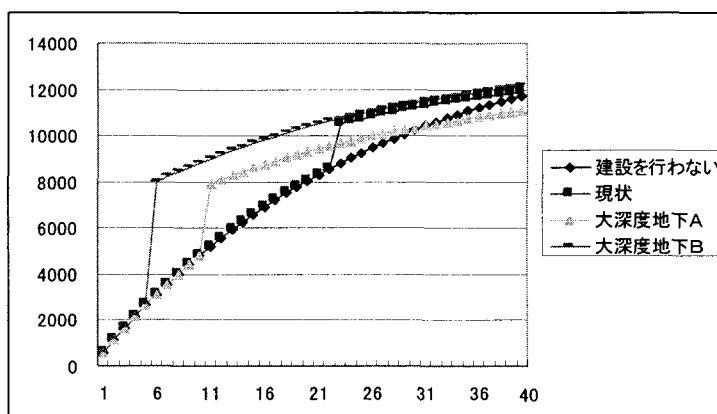


図-3 東京都交通局12号線の費用累計（縦軸：億円、横軸：年）

図-3よりわかることは、大深度地下を利用する場合、建設費がかさむものの、早めに関業することによってプロジェクト有りの場合の少ない所要時間費用をより長きにわたって実現させ、総費用を抑えていることである。そして、大深度地下Bでは現状の総費用を下回ることはないものの、大深度地下Aでは現状の総費用を下回る結果となっている。

5. まとめ

本研究では、横浜市交通局1号線と東京都交通局1号線の一部を研究対象路線とし、大深度地下法の適用により抑えることができると期待される用地費や用地交渉の費用を考慮に含めた都市地下鉄道の建設費用分析を行い、大深度地下法の適用可能性の検討を行った。その結果、アクセス・イグレス時間費用を考慮した場合、駅部を大深度にすればするほど、利用者にとっての時間費用は大きくなり、40年という視野で見ると膨大なものとなることがわかった。このような結果を踏

まえると、大深度地下法を適用した都市地下鉄道プロジェクトは、用地費用が削減できるものの、線路費＋建物費（特に駅部）とアクセス・イグレス時間費用が嵩んでしまい、全体として費用が大きくなる可能性が高いということになる。また、大深度地下法適用のメリットの1つである用地交渉が回避できること、それによる計画建設期間の短縮といった用地交渉の費用を含めた大深度地下利用の費用分析を行った。その結果、大深度地下を利用する場合、建設費がかさむものの、早めに開業することによってプロジェクト有りの場合の少ない所要時間費用をより長きにわたって実現させ、総費用を抑えることが可能であることがわかった。また、本研究における大深度地下利用のシナリオの中では、駅舎付近は浅く建設し、民地は大深度地下法を用いて通過するような大深度地下利用を部分的に図るシナリオにおいて、総費用を抑えられる可能性があることが分かった。

もっとも、本研究は東京近郊における2路線のみを対象としたケーススタディであり、費用分析結果は当然ながら限定的に解釈されなければならない。また、本研究では直接言及しなかったが、大深度地下法適用により免許取得から着工までの期間を短縮すると同時に、現実には用地交渉の進み具合が工事期間に影響を及ぼす場合もあることから、さらに工事期間を短縮して大きな費用削減をもたらす可能性がある。利用者のアクセス・イグレス時間費用に関して言えば、高速エスカレータの設置など身体的な負荷を軽減する施策により、費用削減を図ることも一つの方法と思われる。

参考文献

- 1) 国土庁大都市圏整備局地下利用企画室：大深度地下利用海外調査報告書，1997年
- 2) 内山久雄：地下鉄等鉄道整備の建設コストの標準化に関する調査報告書，(財)運輸政策研究機構，2001年
- 3) 家田仁他：大深度地下利用の経済合理性～都市鉄道を例にとりて～，運輸政策研究，2001年秋，pp. 2-10
- 4) 早野光雄：空間又は地下の使用に係る補償事例調査結果の概要について，月刊用地，1982年1月号，pp. 26-33
- 5) 宮下恵喜男：地下補償の実務～補償額の算定から収用手続きまで，1995年10月，清文社
- 6) 平松弘光：大深度地下利用問題を考える～大深度地下利用権と土地所有権～，1997年12月，公人社