

機械式地下駐輪場 “ジオサイクルシステム” AUTOMATIC UNDERGRUND BICYCLE PARKING SYSTEM “GEO-CYCLE SYSTEM”

畠山修*

O. HATAKEYAMA

Although bicycle parking facilities are built to accommodate about 92,000 bicycles every year last decade, it has become a social problem as a total of 563,000 bicycles are illegally parked around 1,300 train stations all over the country in Japan. This study aims to resolve the situation by examining the efficient automatic underground bicycle parking system. The developed of this system does not only alleviate the existing street congestion problem, it also allows the underground space to be utilized so that ground space is made available for other purpose that suit the needs of local residents. The city as a whole thus becomes more esthetically pleasing.

Key words: parked bicycles, bicycle parking systems, underground, automatic, ID cards

1. はじめに

自転車は、現在確認されている台数だけでも全国で約7,500万台と、1.7人に1台の割合で普及しており、都市およびその近郊に住む通勤・通学者の手軽な交通手段として広く親しまれている。これに対し、駐輪場の整備も進められているが、一方では駅前での放置自転車が増加し、行政への苦情も絶えない実情にある。

現状の駐輪施設は、ラックタイプの平置き式がほとんどであり、その建設に広い用地を必要としている。したがって、用地確保の面から施設が次第に駅から遠く離れた場所に建設される例も多くなり、利用者から不満の声も聞かれる。また最近では、地下式駐輪施設もかなりみられるようになってきているが、いずれも地上式の平置きと同様に利用者が自分で自転車を保管場所まで運ぶ「自走式」と呼ばれるものであり、人気の少ない密室的なイメージがあり、防犯上の不安から特にお年寄りや女性に敬遠されている。

このような背景から、筆者らは建設会社、コンサルタント会社、駐輪機メーカー15社からなる研究会を結成し、従来にない美しい街づくりの実現を目標に、駅周辺の地上施設計画を活かし、その地下にコンパクトな駐輪施設を作ることを目指して機械式地下駐輪場の開発を進めてきた。

具体的には、100坪程度の土地の地下20m前後に1,000台規模の自転車が自動収容できる施設を建設するもので、地上部分は立地条件に合わせて様々な計画が立てられる複合施設とする構想である。現在までに、各種地形に合わせた様々な形状の機械設備および躯体構造の設計を終え、さらにはPFI手法を活用した各種事業スキームを策定しているので、これらの概要を紹介する。

キーワード：放置自転車、自転車駐車場、地下式、機械式、IDカード

*正会員 八ザマ 技術・環境本部 環境事業開発部長

2. 駐輪施設の現状

2・1 駅前放置自転車の現状

旧総務庁(現総務省)の調査によると、平成 11 年においては全国 1,332 箇所の駅周辺に合計、約 56.3 万台の自転車が放置されている。地域別の放置台数については、3 大都市交通圏(首都、中京、京阪神)が約 47 万台で全体の約 83%を占めており、特に首都圏では約 32 万台と全体の約 57%を占めている。また、放置箇所(駅)については、首都圏が 639 箇所と全体の約 48%を占めている。

地域別での自転車放置台数と放置箇所(駅)の推移を、それぞれ図-1～2に示す。

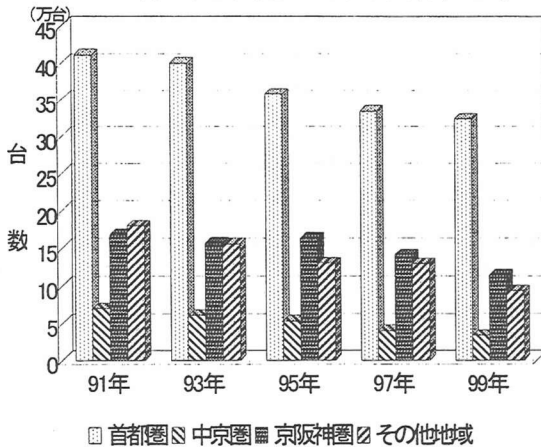


図-1 地域別自転車放置台数の推移

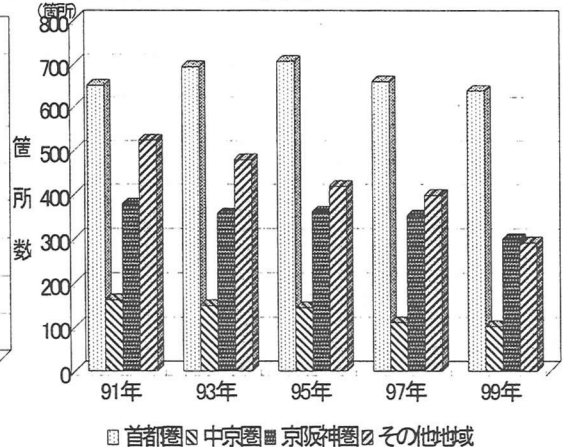


図-2 地域別自転車放置箇所(駅)数の推移

2・2 駐輪施設の整備状況と国および自治体の動き

同じく総務庁の調査によると、平成 11 年の全国の駐輪場数は約 9,925 箇所であり、平成 9 年に比べて 164 箇所、約 1.7%増加している。収容能力も約 369.2 万台分が整備されており、平成 9 年に比べて約 1.8%増加している。特に 3 大都市交通圏では、これまでに約 281 万台分が整備され全体の約 67%を占めている。

駐輪場の収容能力および設置箇所(駅)数の推移を、それぞれ図-3～4に示す。

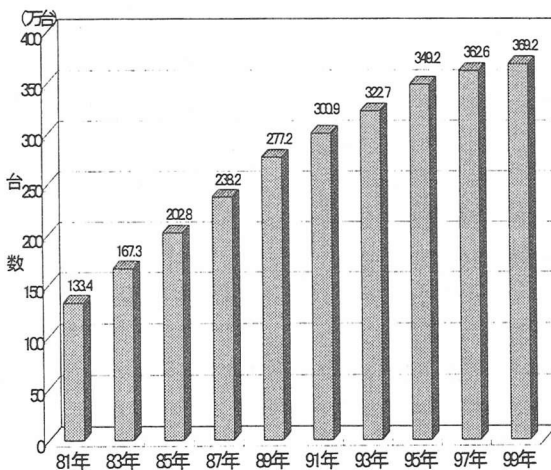


図-3 駐輪場収容能力の推移

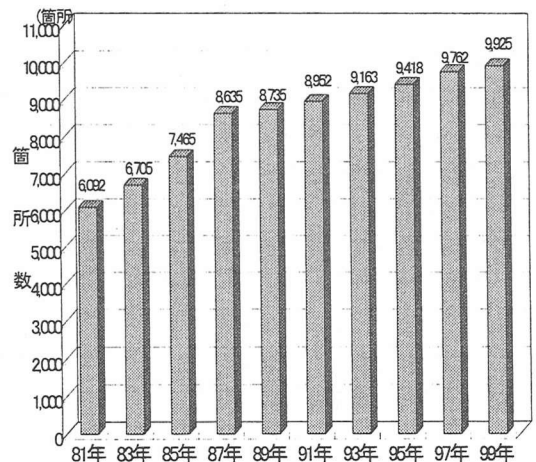


図-4 駐輪場設置箇所(駅)数の推移

国の動きとしては、平成5年に通称「改正自転車法」(自転車安全利用の促進及び自転車等駐車対策の総合的促進に関する法律)を公布し、交通安全施設等整備事業による駐輪場整備、街路事業による都市計画駐輪場の整備、鉄道事業者の用地提供、各都道府県の駐輪場の附置義務、百貨店、スーパー等における駐輪場の設置などの建設促進策を実施している。

各自治体でも駅前放置自転車対策の動きが活発で、平成8年には立川市が全国初の対策総合計画をまとめたほか、これまでに全国155の市区町村が自転車等駐車対策協議会を設置しており、総合計画を策定している市区町村も全国で118自治体に上る。また、武蔵野市では各駅ごとに地元懇談会が放置禁止区域を決めて成果を上げている。さらに、都内48市区町村が主催する駅前放置自転車のクリーン・キャンペーンがスタートし全国的な広がりを見せており、いずれも一時的な撤去に留まらない根本的な解決を検討している。

2・3 何が問題なのか

放置自転車は、駅前だけでなく街路にも放置され歩行者の通路を塞ぐ、お年寄りや子供が車道に出て交通事故に遭う、民間の空地に無断放置する、路面の点字ブロック上にも構わず置いて行く、などといった様々な苦情が市民から自治体に寄せられており、連日これらのことが新聞の地方欄や自治体の広報誌、テレビ、ラジオなどで報じられている。

2・4 なぜ解決できないのか

国の助成策もあって駐輪場は年々建設されてきているが、図-1～4からも分かる様に「作っても十分には使われない」といった現象が起きている。その原因としては、駅から遠い(駅直近には用地が無い)、利用時間が限られる(夜間の管理人が不在の場合)、お年寄りや女性などから敬遠される(夜間営業施設は人気の少ない密室的なイメージがあり防犯上の不安から)、撤去しようにもその保管場所が無い(都内では深刻な問題)、撤去しても利用者は今では1～2万円で買える自転車を使い捨て(これを機会に新車を購入)感覚で回収をあきらめる、そしてまた放置が増える、といった悪循環が生じているためと思われる。

3. 機械式地下駐輪場“ジオサイクル”

3・1 本施設の視点

機械式地下駐輪場は、施設設置側と利用者および地元住民(建設地点周辺)側双方のニーズを十分取り入れた建設を可能としているところに大きな特長がある。

具体的なイメージを図-5に示すが、自動倉庫の技術を地下に応用し、100坪程度の土地の地下20m部分に1,000台規模の自転車を収容できる機械式駐輪場を建設するもので、IDカードを利用した24時間フルタイム運用が可能であり、自転車を高密度に自動出し入れし、地上部分は立地条件に合わせた様々な計画が立てられるものである。しかも、利用者が自転車の出し入れに要する待ち時間は20秒台の高速システムとなっている。

このため、機械式地下駐輪場は利便性・安全性・景観性・立地性に優れており、駅から100m以内の一等地への建設が可能である。

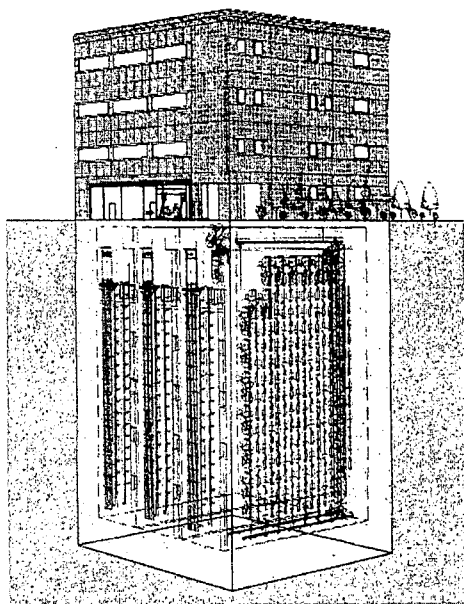


図-5 機械式地下駐輪場のイメージ

- (a) 収容効率が高い：宙吊り状態で縦にぶら下げ収納する独特な収納方式を採用しており、従来の平面的な 2 段ラック式(後述)に比べると同一面積で 3 倍程度の収容効率を得られる。
- (b) 入出時間が短い：1 ゲート当りの自転車の出し入れに要する時間は、コンピュータ制御による 20 秒台の高速システムを実現しており、ラッシュ時のイライラ感が無い。
- (c) 防犯システムが完備：自転車の保管部分は利用者だけでなく第三者が内部への侵入が不可能なので、お年寄りや女性だけでなくマウンテンバイクや高価な自転車も安心して預けることができる。
- (d) 地上活用が可能：自転車の出し入れに要する地上施設の占有面積は、用地全体の 15%前後であり、建設用地の大部分は地元住民の要望を組み入れた様々な利用が可能である。
- (e) 無人管理が可能：利用者は、専用カードを使った入出庫ゲートでの自転車の出し入れ作業だけであり、それ以外は全て自動化されているので無人運用が可能である。
- (f) 機種を選ばない：18～28 インチの一般の自転車で前後にカゴが付いていても問題無く、重量は最大 30kg までが可能であり、最近利用者が増えている電動アシスト自転車も収容できる。
- (g) 狭い土地にも建設が可能：地下工事などの建設資機材の収まりを考慮した場合、最小面積として 85 坪程度の用地があれば 1,000 台規模の駐輪場が建設できる。
- (h) 様々なレイアウトが可能：入出庫時間の関係から 1 ユニット 250 台当り 1 ゲートで設計しているが、土地形状に合わせた様々な配置が可能である。
- (i) 各種助成制度が活用可能：旧建設省(現国土交通省)では、道路管理者が設置する駐輪場の整備に対して昭和 61 年度から交通安全施設等整備事業として建設費の 1/2 国庫補助事業を、都市計画決定に基づく都市計画整備事業として建設費の 1/2、用地取得の 1/3 を補助する街路事業を開始しており、地方自治体でも助成および融資事業を実施している。

具体的な設計例を図-6に示す。

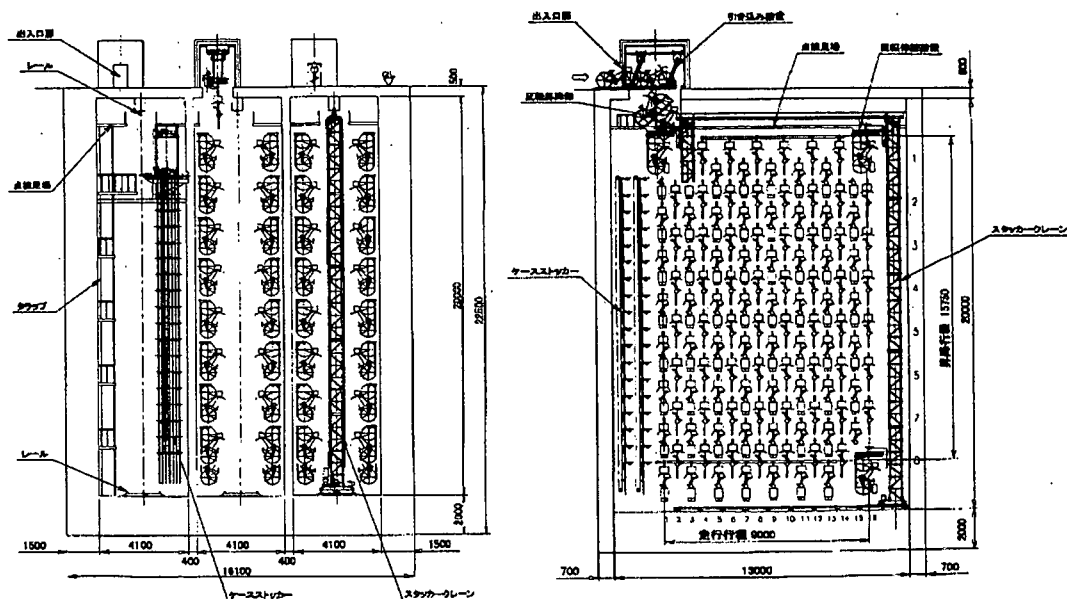


圖-6 機械式地下駐輪場設計例(標準設計)

4. 事業性としての評価

4・1 公共事業としての事業収支の試算例

収容規模を 2,000 台(250 台/ゲート×8 ゲート)とし、用地(200 坪)は既にあるものとして建設費を一般的な条件(地盤が比較的良好な場所)で試算すると約 11 億 6,500 万円となる。建設費の 1/2 助成を国庫から受けるものとして、自己資金は 5 億 8,250 万円とする。収入に関する試算結果では、自転車の保管料金を 1 台当り月額 2,000 円とし、別途、新規契約時にカード発行手数料として 1 契約当り 600 円を預かり金として徴収し、施設利用率を運用開始後は一律 90%とすると、年間収入は初年度 4,428 万円、2 年目以降は 4,320 万円となる。一方、支出は、管理人人件費は開設初年度が従来施設と同様に 5 名で合計 900 万円、2 年目以降は 1 名として 180 万円とし、維持管理費はメーカー側が事業主と年間 480 万円のフルメンテ契約を結ぶものとする。また、電力料金は年間 960 万円を見込み、その他、通信・印刷費などの雑費を年間 120 万円とすると、年間支出は初年度が 2,400 万円、2 年目以降は 1,680 万円となる。以上から、単年度での事業収支は初年度で 2,028 万円の黒字、2 年目以降は 2,640 万円の黒字となる。この結果、事業収支と建設費の関係をキャッシュフローの累計でみると、図-7 に示す様に収容規模が 2,000 台では運用開始 22 年目で建設時の自己資金に相当する金額に達する。但し、金利分は見込んでいない。同様に 1,000 台のケースでは 27 年目、500 台規模では 30 数年の期間を要する結果となり、本形式での駐輪施設はスケールメリットが大きく影響することが分かる。

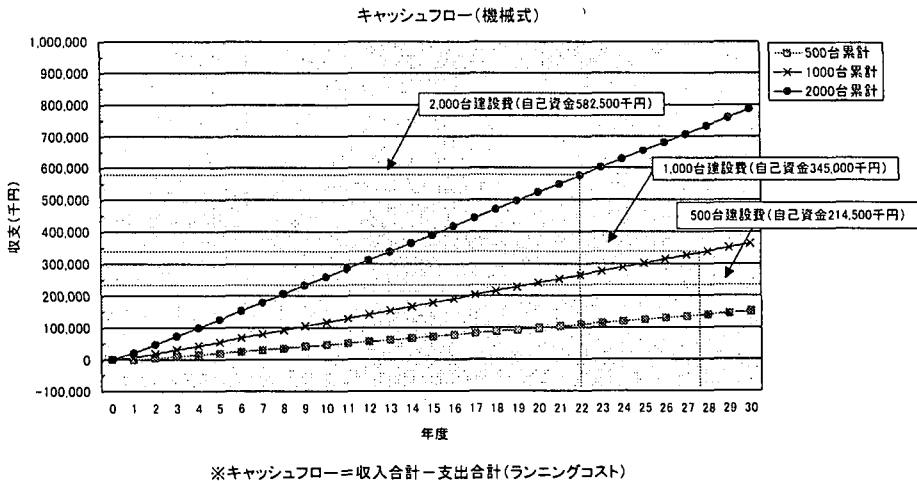


図-7 事業収支の試算例(機械式地下駐輪場)

4・2 民間事業としての事業性評価(基本試算)

駐輪場整備事業を民間事業として行う場合、支出項目としては諸税、長期借入金利子、減価償却費等を考慮する必要がある。前提条件を表-1のように設定し、事業収支シミュレーションを行った結果を図-8に示す。20年以内に単年度収支が黒字転換することはない、短期借入金金が最大で5億4,900万円となる。収益(収入－支出)の現在価値は、割引率4.0%として3億4,500万円であり、補助金(50%)を除いた投資の現在価値6億900万円を大きく下回る。

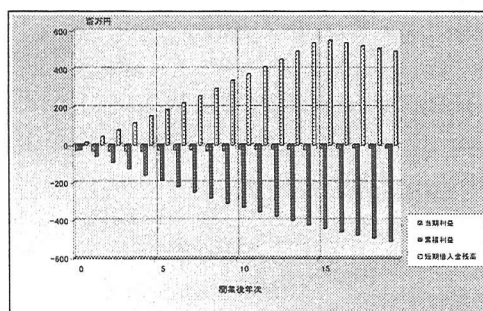
結論としては、機械式地下駐輪場事業は収益金額が投資額に比べて小さく、純民間事業として成立する可能性は少ない。その理由として、①違法駐輪や自転車料金との関係から料金設定が自由にできない、②小規模施設との競合がある、③都市景観再生など外部効果が内部化できない、などが考えられる。

表－１ 基本試算の前提条件

項目	設定条件
収容台数	2,000 台
開業年度	平成 17 年開業（平成 15 年より建設開始）
事業期間	開業から 20 年間
事業費	躯体部分： 527 百万円 機械・電気部分： 755 百万円 合計： 1,282 百万円 （建設費に 10%の調査設計費等を見込む）
資金構成	・国庫等からの補助：50%（無償） ・残事業費の 20%は出資金 80%は長期借入金
長期借入金諸元	・金利 4.0%、2 年据置 ・元利均等方式にて 15 年返済
料金収入	・単価 2,000 円/台をベースに 5 年毎に 2.5%/年相当値上げ ・利用率は 90%
管理運営費	・初年度 2,400 万円 ・2 年目以降 1,680 万円
諸税	・固定資産税：1.4%、都市計画税：0.3% ・事業税：9.6%、法人税：30.0%、法人住民 税：12.3%（市町村民税）及び 5.0%（都道 府県税）
減価償却	・20 年定額償却、残存価額 10% ・事業終了時の移転費用(収入)は無視

※金額は全て平成 12 年価格とし、物騰率 2.5%/年とする。

図－８ 基本試算結果



4・3 PFI 手法による事業化モデルの検討例

民間事業としての事業収支シミュレーションを基本として、事業費、収入項目、支出項目等の設定条件を変化させることにより、PFI 事業化としての可能性を評価した。なお、PFI 成立のための基礎要件としては、表－2 に示すように設定した。これにより PFI 事業化モデルと事業収益性を試算した結果を表－3 に示す。

結論としては、事業化モデルとしてはいくつかのモデルが考えられ、その各々について特徴はあるものの、PFI 事業としての可能性があることを確認した。ただし、いずれのモデルにおいても事業として成立させるためには、地域公共団体の積極的な支援体制が不可欠となる。また、違法駐輪取締りとの関連の定量化や、公共的施設を民間事業者が管理できるか、補助金が利用可能か、事業ミックス型における収益性と公共性のジレンマなど、制度的な課題を十分把握し対応することが必要となる。

なお、事業費やリスクの考え方、評価基準などは、立地条件や出資者、金融機関によって異なるため、実際の事業化に際しては、個々の地域性等を加味した上で、各モデルを組合せ、地域ニーズに合致した事業化モデルを構築することが適当と考えられる。

表－２ PFI 成立のための基礎要件（設定値）

指標	設定値	備 考
P I R R	>5.6%	資金の 80%に対し利回り 4.0% 20%に対し 12%を想定
E I R R	>8.0%	
短期借入金	発生しない	但し、短期的（2 年以内）かつ 少額（1 千万円以下）の場合は 許容する
D S C R （単年度）	>1.10	

※事業の公共性を重視して、各指標の要件は比較的低めに設定している。これらの指標はリスクと大きく関連する。

<参考：指標の定義>

PIRR (Project Internal Rate of Return)

プロジェクトIRR:

投資額として全投資額、キャッシュフローとして融資に関する返済を含まないフリーキャッシュフローを用いて算出されるIRR。ここでは税引後キャッシュフローを採用する。

投資額 = $\sum (n \text{ 年後のキャッシュフロー} / (1+R)^n)$ R:IRR

EIRR (Equity Internal Rate of Return)

配当IRR:

投資事業を純粋な株式投資と見立てた場合の指標。投資額として資本金、キャッシュフローとして配当とする。

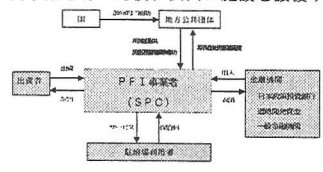
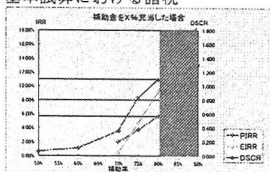
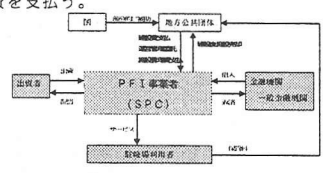
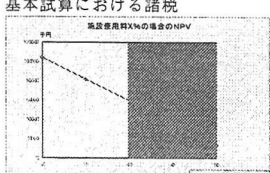
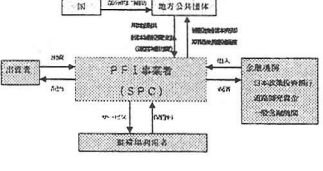
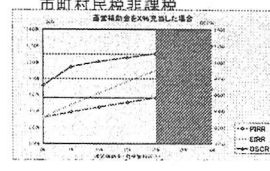
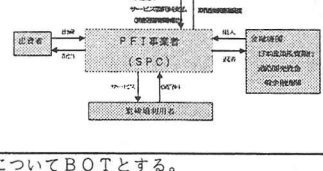
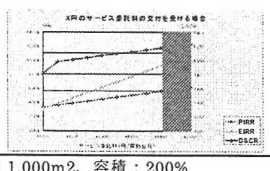
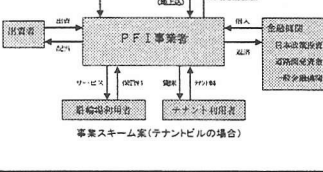
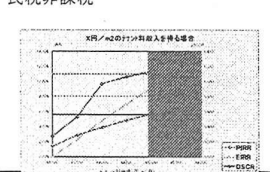
DSCR (Debt Service Coverage Ratio)

元金返済カバー率:

融資機関から見た場合の、キャッシュフローが返済される金額に対してどれくらいの余裕があるかをチェックする指標。

$DSCR = (\text{返済前のキャッシュフロー}) / \text{返済額}$

表-3 PFI事業化モデルと事業収益性試算結果

名称 (仮称)	モデルの概要と事業スキーム案	想定ケースと事業収益性試算結果	結果概要
補助金充当型	基本的に全施設についてBOTとするが、PFI事業者が賄いきれない事業費に対して公共（国及び地方公共団体）から何らかの補助金を充当するモデル。 PFI事業者は補助金を受けて施設を整備し、運営管理を含めて20年間事業を行った後、公共に施設を譲渡する。 	事業費：基本試算の全事業費 $\times (1 - X\% (\text{全補助率}))$ 収入：基本試算における収入 支出：基本試算における支出 諸税：基本試算における諸税 	全補助率として80%相当であれば、事業として成立する可能性がある。
公共主導型	基本的に全施設についてBTOとする。 PFI事業者が施設を建設した後、公共が施設を買取って、その後PFI事業者に施設の運営管理を委託する。公共は利用者より保管料を徴収し、その範囲内でPFI事業者に施設管理費を支払う。 	事業費：考慮しない 収入：基本試算における収入 支出：基本試算における支出 $+ \text{施設稼働率} X\% \text{に相当する施設使用料}$ 諸税：基本試算における諸税 	施設稼働率40%相当の施設使用料が支払可能（都市公園などで2,000万円/年相当の維持管理費のかかる施設の運営を一体化できる）。
事業分離型	施設全体を「躯体部分」と「機械・電気部分」に分離し、前者はBTO、後者はBOTとする。 PFI事業者は保管料収入を得て、「機器・電気部分」についての事業費償還および「躯体部分」についても運営管理を行い、20年間事業を行った後施設を公共に譲渡する。 	事業費：基本試算の「機械・電気設備」部分のみ（事業費補助50%を考慮） 収入：基本試算の収入 $\times (1 + X\% (\text{運営補助金}))$ 支出：基本試算における支出 諸税：固定資産税等及び法人住民税のうち市町村民税非課税 	初期負担が「機械・電気部分」だけで、若干の運営補助があれば、事業として成立する可能性がある。
シャドートール型	全施設についてBOTとする。 PFI事業者は利用者から受け取る保管料収入とは別に公共からサービス委託料の交付を受ける。PFI事業者は保管料収入とサービス委託料を得て、20年間で借入金の償還等を行って、期間後施設を公共に譲渡する。 	事業費：基本試算の事業費（事業費補助50%考慮） 収入：基本試算における収入 $+ \text{サービス委託料} (X \text{ 円/稼働台月})$ 支出：基本試算における支出 諸税：固定資産税等及び法人住民税のうち市町村民税非課税 	1,800円/台月相当のサービス委託料を受けられれば、事業として成立する可能性がある。
事業ミックス型	全施設についてBOTとする。 PFI事業者は公共側より地上用地を含めて用地の無償貸与を受ける。PFI事業者は駐輪場利用者から受け取る保管料と地上用地から得られる収益を合わせて、20年間で借入金の償還を行って、期間後施設を公共に譲渡する。 	敷地：1,000m²、容積：200% 事業費：基本試算の事業費(50%補助)+440百万円 収入：基本試算の収入+テナント料収入 $(X \text{ 円/} m^2 \text{ 月} \times 2,000m^2 \times 0.8 \times 12 \text{ 月} \times 95\%)$ 支出：基本試算の支出+維持修繕費：220万円 $+ \text{人件費追加分：1,800万円}$ 諸税：固定資産税及び法人住民税のうち市町村民税非課税 	テナント料収入として5,000円/㎡相当の収益があれば、事業として成立する可能性がある。

※BOT：Build Operate Transfer，BTO：Build Transfer Operate

5. おわりに

建設コストは、4・1に述べた通りであるが、最近の建設事例をみると、土地代を除いても自転車1台当たり100万円を超える地下駐輪場も建設されており必ずしも高額とは言えない。その理由は、これまでの地下駐輪場では写真-1に示すような2段ラックに利用者が直接自転車を運んで収納する、一般に“自走式”と呼ばれるタイプが採用されているが、地下へのアクセス用の緩勾配スロープや利用者の動線を考慮した通路スペースの確保が必要であり機械式に比べて3倍程度の用地面積が必要であり大規模な施設となるためである。

駐輪機械装置については、写真-2に示すような、これまで地上式のいわゆる機械式駐輪場として多くの実績がある装置を地下に収めるだけであり故障の心配は少ない。課題としては、地下式にした場合、湿気対策を考慮した十分な防水工事や出入庫扉前面への非常用遮水扉の取り付け、無人管理上の民間警備会社と提携した防犯カメラによる遠隔監視体制の確立などが挙げられる。

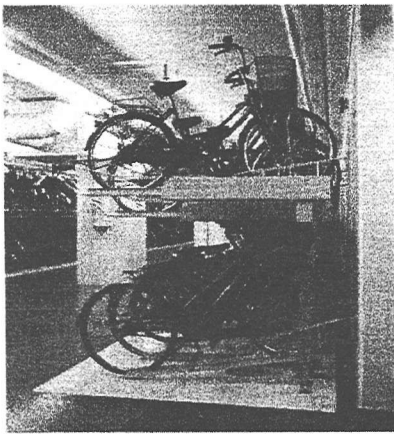


写真-1 2段ラック式地下駐輪場

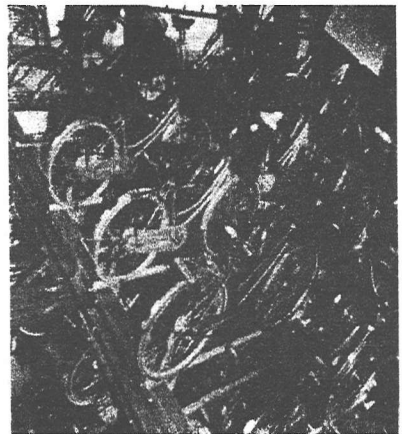


写真-2 機械式駐輪装置

運用面では、維持管理費がどの程度掛かるかが課題となるが、現在の設計では、1,000台規模の場合、総電力量が20数KW程度であり、自動化の実現による管理人人件費の大幅な削減が可能となる。また、例えば自転車の籠に品物を置き忘れた場合に、それが地下床に落ちてしまう心配があるが、この対策として出入庫扉付近に置き忘れ防止センサーの設置や、地下浅部に回収ネットを設けるなどの設計を行なっている。

ここで紹介した機械式地下駐輪場の実績は今のところないが、類似の製品として円筒型機械式地下駐輪場「エコサイクル」が高知工科大のキャンパス用(144台収容)として平成10年より稼動している。本研究会でも現在、普及促進に努めているので、詳しくは本研究会のホームページ(www.geocycle.gr.jp)をご覧ください。

6. 参考文献

- 1) 畠山修：駅前放置自転車の解消を目指した機械式地下駐輪場の建設について、アーバンインフラテクノロジー推進会議第9回技術研究発表会講演概要集，pp.91～96，平成10年2月
- 2) 畠山修：放置自転車を解消する地下駐輪場の開発，土木学会第53回年次学術講演会概要集第IV編，pp.462～463，平成10年10月