

地下空間を利用した減圧トレーニングセンターに関する調査研究 The Study about The Low Pressure Training Center Utilized The Underground Space

山下 栄司*・斉藤 悟志**・佐藤 由夫***・岡田 洋一****
Eiji YAMASHITA, Satosi SAITO, Yoshio SATO, Youiti OKADA

This investigation study suggests the basic plan that assumed construction of large-scale training center under low pressure, as one of the new utilization for underground space. In mountain climbing more than 4,000 m grade and sports to need stamina such as athletics, swimming and ski, the effectiveness of training in environment under low pressure/low oxygen is recognized, and many athlete trains at high-altitude abroad. We investigated feasibility of construction at the underground space of national KASUMIGAOKA sports stadium and abandoned mine of KAMIOKA as the typical example of underground space that holds superior characteristic of airtightness, constant temperature and humidity.

1. はじめに

陸上、水泳、スキーなどの持久力を必要とするスポーツや4,000m級以上の登山では、低圧・低酸素の環境下でトレーニングすることの有効性が認められている。最近、陸上界では長距離種目を中心に、科学的な視点を踏まえた高所トレーニングが評価されており、海外の高地に遠征して高地トレーニングが行われている。また、このような高地環境を模擬する施設として減圧実験室などが国内でも建設されており、各種実験が行われている。減圧環境下で行われるトレーニングでは、練習時の記録や環境のデータの収集を行い、トレーニング計画へのフィードバックを行う。このため、気圧や温度・湿度などの調整が適切に行われる管理可能な空間であることが要求される。

本調査研究では、気密性、恒温性、恒湿性等に優れた地下空間特性に着目し、新たな地下空間利用方法のひとつとして、スポーツ・健康施設としての大規模減圧トレーニングセンターの建設を想定した基本計画を提案することを目的とした。

2. 調査研究内容

2・1 地下空間利用

地下空間の物理的特性から見ると、一般的には、地下の岩盤は気密性に優れているため、地下空間を減圧した場合に外気が室内に漏洩(流入)する可能性が低い。また、断熱性、恒温性、恒湿性が確保されているため温度・

* (株)熊谷組 エンジニアリング部

** (財)エンジニアリング振興協会

*** (株)日本スポーツ環境研究所

**** 三井金属鉱山(株) 資源開発部国内事業室

湿度を効率的に管理することができる上、施設の空気調和管理のコストの低減が図れる。さらに、防音性、遮音性、防振性、低振動性が高いため、トレーニング自体や機器の運転により発生する振動や騒音の影響を外部に与えることが少ない。

立地環境の視点から考えると、都市においては機能の一極集中や過密化のため、スポーツ施設のような比較的広い土地を新たに確保することは非常に困難なのが実状であり、地価の高騰が収まったとはいえ用地買収費が事業費のかなりの割合を占めている。したがって、地下の未利用空間の利用は依然有望である。

一方、地方部においては鉱山の未利用空間や山間部の廃線となった未利用トンネルを有効に活用することにより、施設建設費の低減を図ることができる。また、スポーツ振興を通じて周辺の町や地域の活性化に寄与することも可能である。

2・2 減圧環境の活用と効果

減圧環境の活用の目的として第一に挙げられるのは、スポーツ選手の能力強化を目指すもので、大会前の高所トレーニングの実施の効果を確実にするとともに、計画的な強化トレーニングの実施が可能となる。この点から、JOCや日本体育協会ならびに各種スポーツ統括団体のほか各種競技団体やチーム単位の積極的な利用が期待される。また、無酸素登山の成功率を高めるためのトレーニングや一般登山者の高地トレッキングの事前体験にも利用することができる。その他の利用方法として、一般の人を通常的环境とは異なる環境に置き、生体の活性化を意図した健康回復をねらうことも考えられ、専門的な研究成果をもとに健康増進への応用が期待される。減圧、低酸素環境における人体への影響は未解明の部分も多く、その研究自体も重要であり、医学、運動生理学、生化学、スポーツ科学、スポーツ医学、人間工学などさまざまな分野への応用も期待される。

2・3 地下式減圧トレーニングセンター構想

(a) 基本的考え方

地下空間を利用した減圧トレーニングセンターに必要な機能および構成する諸室として、主に以下のものが考えられる。

- ・主機能 : 各種トレーニングの実施およびサポート活動の場としての機能
トレーニングルーム、研究・実験室、リラクゼーションルーム、メディカルルーム等
- ・便益機能 : 利用者の利便をはかり、快適なトレーニング環境を提供する機能
ロッカー・シャワー、エントランス等
- ・管理機能 : 主に、施設・設備の運営・運転にかかわる機能
機械・電気・減圧設備室、管理・事務室等
- ・調圧機能 : 室内の気圧状態を安全かつ短時間で変化させ常圧領域と減圧領域をつなぐ機能
- ・安全性確保機能 : 非常(火災・地震)時、あるいは利用者の体調急変時において、利用者を安全・迅速に退出させる機能

これらの組み合わせにより、地下空間利用減圧トレーニングセンターは構成されるが、その規模および内容については、以下のように考えた。

① 利用者の設定

施設および各室の規模や内容、設備機器の能力を設定する基本条件として、利用者層および利用人数の想定を行った。今回は、トップアスリートを対象とし、学校、実業団等の団体利用を想定して、1回のトレーニング利用可能最大人数を100人程度とした。

② 施設構成

施設の構成は、主たる機能としてトレーニング機能と研究実験機能を中心とし、これらに付帯する機能も減圧

空間に配置することとした。通常時の減圧空間への入退場はメインの調圧室を通して行うものとし、その他に非常時の避難用として、調圧が可能な避難室を減圧空間と避難路の接点に設置した。

減圧条件の設定としては、これまでの高所トレーニングは標高 1,500m~2,000m の地点で実施されている場合が多いが、本調査研究では登山の事前順応訓練も考慮し、標高 4,000m 相当(61.64kPa)の気圧状態まで再現可能な設備機器・施設とした。

③ 最適スポーツ環境の創造

効率的なトレーニングを行うためには、トレーニングの場だけでなく、快適な休息の場も必須となる。また、減圧環境下の地下空間におけるトレーニングに起因する、利用者に生じる心理的なストレスを極力軽減することも必要となる。そこで、十分な広さの多目的スペースを減圧空間内に設け、休息、栄養・水分摂取、ミーティング等の目的に供することに配慮した。また、ロッカー・シャワーやトイレ等の付帯施設も減圧空間内に設置し、長時間に渡るトレーニングメニューにも対応できる施設構成とした。

さらに、より高度な施設機能を具現化するために、実効性、利便性、快適性、安全性に関する具体的なシステムとして、マルチメディア技術を核とした情報化技術を取り入れて最適トレーニング環境の創造を図った。導入可能と思われるシステムの例を表-1に示す。

表-1 導入システム一覧

	システム	概要
実効性	ペースメーカーシステム	理想的な走向ペースで点滅照明が移動し、選手を誘導する。
	個別上方交信システム	選手が走りながらどこにいてもコーチと情報交信できる。
	身体データ送信システム	トレーニング中の選手の各種身体データが中央のコーチ室でチェックできる。
	仮想トレーニングシステム	仮想体験により楽しみながらトレーニングやリハビリが行える
	ICカードデータ管理システム	利用者の健康データ、身分証明データ、記録等のデータ管理が行える。
	多目的映像表示システム	施設案内や緊急情報等が一度に大勢の利用者に効果的に提供できる。
	マルチメディア情報検索システム	必要な情報がマルチメディア情報として簡単操作で検索・入手できる。
	テレビカメラ遠隔操作システム	居ながらにして施設内各所の映像を好みの角度・倍率で見ることができる。
	携帯型通話システム	施設内どこにいても連絡が取り合え、緊急時の対応が迅速に行える。
	インターネットホームページ作成システム	インターネットに発信するホームページを簡単に作成できる。
利便性	インタラクティブ音響・照明システム	音や照明の変化により地上の環境の変化を知ることができる。
	横長マルチ映像システム	大型の横長マルチ画面に映し出されるキャラクター映像と競走する等、楽しくトレーニングできる。
	香り空調システム	芳香作用により、リラクゼーション効果を高める空調システム。
	太陽光追尾・導入システム	太陽光を追尾・集光・導入し、地下空間における緑化維持をサポートする。
	ウォータービジョンシステム	水幕に映像を投射することにより、清涼感あふれる演出を行う。
安全性	中央監視制御システム	施設内の各設備システムを集中監視・制御することができる。
	積極避難誘導システム	非常時に音や照明の移動により避難口まで誘導する。
	入退出管理システム	磁気カードや各種センサーにより侵入警戒、出入管理を行う。

(b) ケーススタディ

以上の基本的な考え方をもとに、本施設の機能をより把握し、各種周辺条件による施設の違いを明確にするために、実際の立地条件を取り入れたケーススタディを実施した。対象地点としては、都市空間における立地として国立霞ヶ丘競技場、地方空間における立地として岐阜県の神岡鉦山を選定した。両地点は地質的条件、既存未利用地下空間の有無等施工方法に関する条件にも大きな違いがあり、その点も選定の理由となった。

① モデル案A(国立霞ヶ丘競技場における地下利用)

都市空間における立地として、国立霞ヶ丘競技場(東京都新宿区)の地下に400mトラック(8コース)を主体とした施設を計画する減圧トレーニングセンターモデルについて検討した。国立競技場は建ぺい率の厳しい都市公園(明治神宮外苑)に位置しており、高度土地利用の観点から地下空間利用は非常に有効である。また、地上には国際大会が開催できる第一種公認の陸上競技場のほか体育館、温水プールがあり総合的な施設機能を発揮することができる。さらに、減圧トレーニングセンターとして機能するだけでなく、常圧状態の地下400mトラックと地上の陸上競技場との一体化を図り、国際大会開催時に供用することも考慮した。モデル施設の全体構成概念図を図-1に示す。

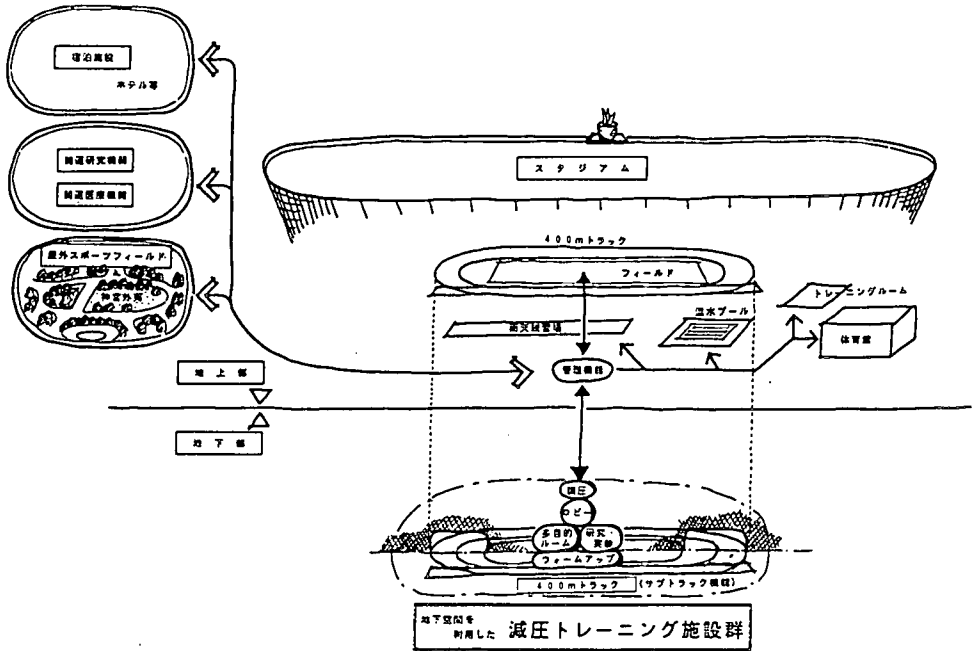


図-1 モデル施設全体構成概念図 (モデル案A)

施設計画の概要としては、地上のトラックの直下に400m(8コース)トラックを置き、トラックに囲まれるフィールド直下に当たる部分に、調圧室、研究・実験施設、利便施設等を配した。外部からのアクセスは、400mトラックの下を交差している地下道を通じ中央の調圧室に至る。これ以外に緊急時の避難路として、トラックの各コーナー部4ヶ所に調圧室を併設した避難口を設けた。電気・機械室は減圧環境を維持するのに必要な空調調等の機能を地下に配するものとし、その他のものは別途地上に設置空間が必要となる。この結果、延べ床面積約12,000m²、空間容積約41,000m³の規模の施設となった。

形状的特徴として、トラックの内側にウォーミングアップコーナーと、曲線部の内側前方視界確保のための空間が確保されている。図-2にイメージパースを示す。

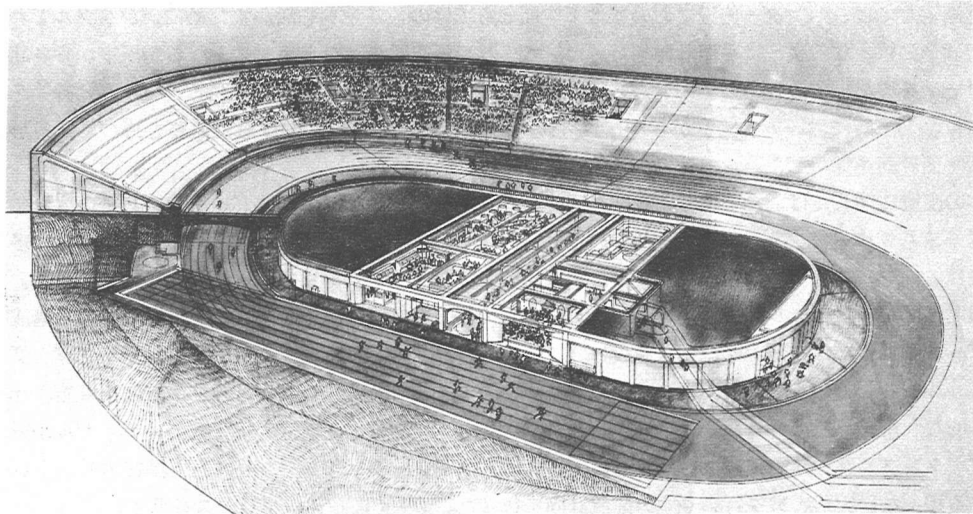


図-2 イメージパース (モデル案 A)

② モデル案 B (神岡鉱山未利用空間の活用)

地方空間における立地として、長距離走路(1.6km、2 コース)と 50m プール(4 コース)を主体とした施設を計画する減圧トレーニングセンターモデルについて検討した。神岡鉱山付近の地質は気密性の高い片麻岩および花崗岩類から構成されている。また、鉱山自体には多くの管理された未利用空間を持ち、この積極的な利用が望まれている。モデル地点の標高も高く、地上にもトレーニング施設を造ることにより、準高地トレーニングが可能であるばかりでなく減圧環境を効率的に創出できる。また、周辺部に存在する整備された温泉施設、スキー場、スポーツ施設等との連携を図り、スポーツトレーニングゾーンを形成することにより地域振興等に貢献することも可能である。モデル施設の全体構成概念図を図-3 に示す。

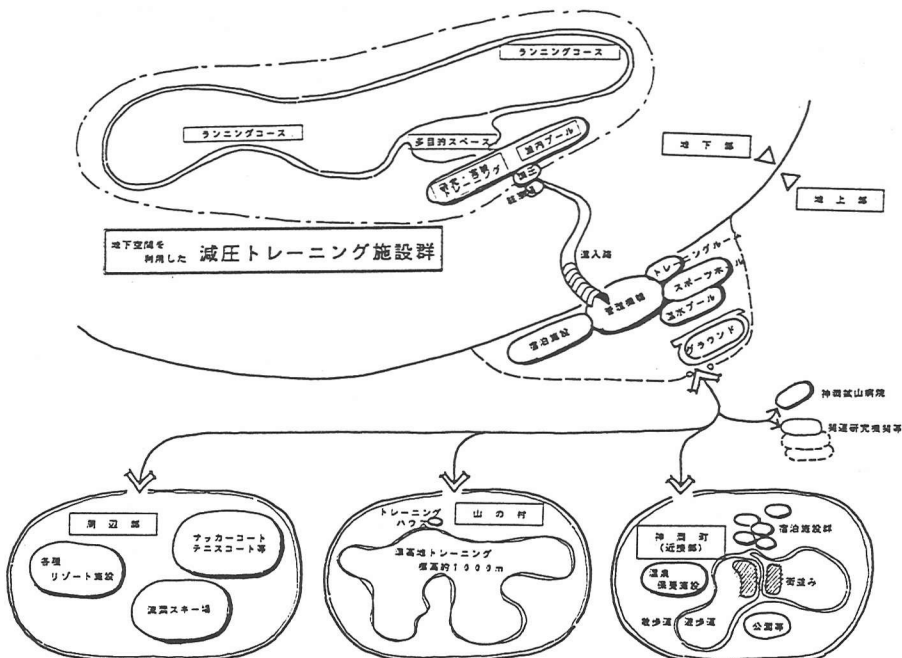


図-3 モデル施設全体構成概念図 (モデル案 B)

施設計画としては、センター施設において地下空間ならではのメリットを活かすために、シンプルでわかりやすい配置・動線となるように平面計画を行った。つまり減圧空間のエントランスとなる調圧室から各諸室へのアプローチを容易にするためにメイン通路（施設利用者動線）とバック通路（研究者・バック動線）を設けるとともに、緊急時において各諸室から2方向避難を可能にするために外周部に避難通路を持つ、三角形を基本とする平面計画を採用した。

各諸室の配置に関しては、まず第一に常圧空間である調圧室の前面スペースにガイダンスあるいは緊急車両の待機スペースも兼ねるエントランスホールを設けた。第二に減圧空間の導入部となるロビーと一体的に多目的ルームを設け、トレーニングに向かう前と終了した後に心と体ガリフレッシュできる快適環境を創出した。第三にメイン通路に面して、プール空間を見渡せるロビーを設け、位置の認識ができ空間の変化を楽しめる構成としている。プールに関しては50m×4コースを設け、コーチの目線で選手を指導できるように水面をあげ、プールの壁をアクリル板にしている。第四に1,600mのランニングコースに多目的スペースの長手方向を隣接させ、走路との一体的な利用を可能にさせた。第五にトレーニングルーム兼測定・実験室・研究室・メディカルルーム・特別減圧室（タンク）を一体的に設けるとともに、多目的スペース、ランニングコースとも隣接させ、トレーニングに関する様々な研究・実験を行いやすい配置計画を行った。図-4にイメージパースを示す。

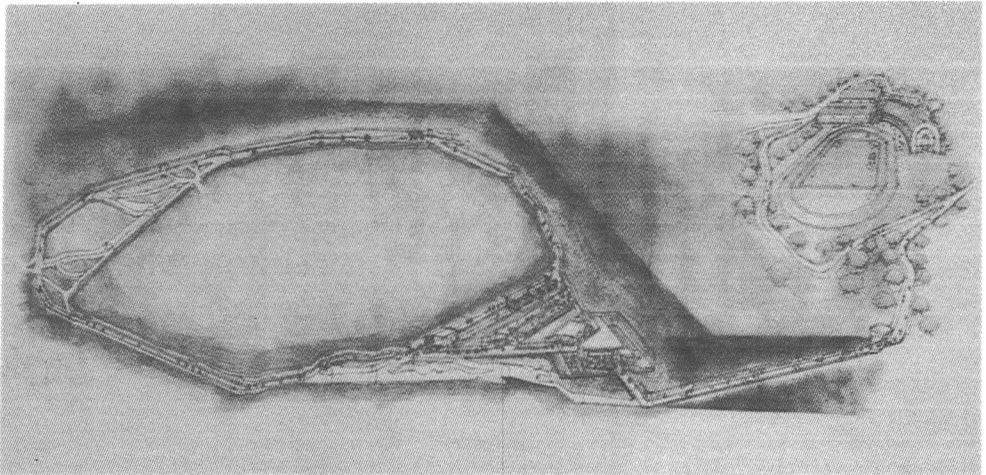


図-4 イメージパース (モデル案B)

3. まとめ

本調査研究で提唱した「地下空間を利用した減圧トレーニングセンター」を実現するに当たっては、以下のような検討課題がある。

① 建築基準法の適用

本施設は、地下空間に長時間人が滞在する特殊な施設であり、防災上の安全性について(財)日本建築センターの評定を取得する必要がある。また、構造評定についても必要なことが考えられる。

② 事業化

事業化に関しては事業方式や事業主体等によりさまざまな形態が考えられるが、わが国のスポーツ競技力向上を目指したナショナルトレーニングセンターまたは国民の健康維持、増進を促進するための国家的な施設とする

ことが必要であると考えられる。

本研究調査では、地下の新たな利用形態であるスポーツ施設のあり方として、「地下空間を利用した減圧トレーニングセンター」を提示し、都市空間と地方空間におけるモデルについて検討を行った。今後、国全体の競技力向上の点だけでなく、環境保護や資源活用の観点から実現化に向けて努力していかなければならない。

なお、本調査研究は、財団法人エンジニアリング振興協会が日本自転車振興会から機械工業振興資金の補助を受け、同協会・地下開発利用研究センターの平成7年度「社会開発プロジェクト等の計画策定及び推進」の事業として実施した。本調査研究「地下空間を利用した減圧トレーニングセンターに関する調査研究」は大島正光所長（健康科学研究所）を委員長とする委員会と作業部会により実施されたものである。