

# PROGRESS OF THE ILC CFS DESIGN

Masanobu Miyahara <sup>#,A)</sup>, Atsushi Enomoto <sup>A)</sup>, Kenji Hosoyama <sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305-0051

## Abstract

The Global Design Effort [GDE] for the International Linear Collider [ILC] aims at the completion of Technical Design Report [TDR] in 2012. TDR investigates the most suitable design depending on the each site's characteristic. Because European and American site are extremely flat and tunnel depth is comparatively shallow, the ground facilities become the main subject. On the other hand, because Asian mountain site has the topography full of ups and downs, all facilities almost set it up in the underground structure. This report introduces development of the technical examination and plan about the main facilities such as civil works structure, electric power supply facilities and cooling water facilities in Japanese mountainous site. In addition, we report the progress of the geological survey about the candidate construction site of the ILC facility in Japan.

## ILC 施設設計の現状

### 1. はじめに

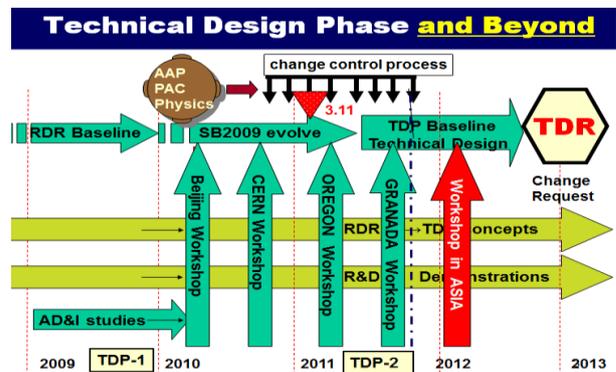
国際リニアコライダー計画（International Linear Collider 略称 ILC）の国際設計チーム（Global Design Effort, 略称 GDE）は、現在、各地域のサイト条件に立脚した工学設計書（Technical Design Report, 略称 TDR）の完成を目指し総括的な技術検討を展開している。ILC の施設計画（Conventional Facility and Siting, 略称 CFS）については、2007 年夏に提案された GDE の基準設計書（Reference Design Report, 略称 RDR）で検討された標準案をベースに、米・欧・アジアの 3 地域のサイト特性に合致したコストパフォーマンスに優れた設計案を迫及している。

TDR を纏める作業にあたっての日本チームの主要課題の一つが、日本の山岳サイトの地形地質条件に立脚した計画案の提示である。特に、各種トンネルや地下空洞の計画にあたっては、平坦な敷地を想定している欧米案が立坑によるアクセス方式を採用しているのに対し、斜坑トンネル方式によるアクセスを基本とした独自の計画案を策定している。

土木設計に対応した電気設備や機械設備の計画についても、山岳サイトに立脚した基本計画の策定が必要となる。電気設備計画においては、中央受電施設は地上施設として計画するが、加速器に供給するサブ特高変電施設は地下の加速器トンネル内に設置することが前提条件となる。また、機械設備の計画では、冷却塔以外は、ほぼ全ての機器を地下トンネル及び設備用空洞に設置することとなる。

さらには、大深度における大規模な地下構造物における安全・防災計画も重要な検討課題の一つである。何よりも人命を尊重する観点から、トンネルや大深度の地下実験ホールからの避難路の確保、及び各種の防火・防災設備計画についても、日本独自の技術提案が必要となる。

本稿では、以上のトンネル・空洞に関する土木構造物設計、電気設備設計、機械設備設計、そして防災設計等に関する技術検討の成果を報告する。併せて、現在進捗中の、国内候補地 2 地域における地質調査計画について、検討経過および進展状況について概要を報告する。



### 2. 日本計画案の経緯と概要

#### 2.1 山岳サイトにおける土木設計

ILC の標準設計書 RDR に示されているメインライナック(ML)のトンネル計画断面を図 1 示す。図示の通り、ビームラインを設置するメイントンネルと高周波機器等を設置するサービストンネルの二つのトンネルから構成される計画案となっている。両トンネル間は、多数の導波管用管路やケーブル管路及び冷却水管路等で連結される。

現在、編集段階に入っている工学設計（TDR）においては、この RDR のツイントンネル計画案から

<sup>#</sup> masanobu@mail.kek.jp

シングルトンネル計画案に移行し、日・米・欧の3局での技術検討の成果がまとめられている。日本案は、当初 TBM 工法によるシングルトンネル計画案を模索していた。その後さらに技術検討を重ねた結果、TBM に変わり NATM 工法によるトンネル施工を計画案とする新たなシングルトンネル計画案を採用している。

図4に示す通り幅11mで高さ5.5mの従来に比べ大きな断面（高速道2車線相当）となっている。この断面形状から、国際設計チーム GDE においては「カマボコトンネル」の通称で呼ばれ、国際標準案の一つとして定着している。

この計画案では、断面中央部に設けた厚さ3.5mの遮蔽コンクリート壁がビームラインと高周波電源ギャラリーを区画している。

日本の山岳サイトにおける ILC 施設の全体計画を図5に示す。全長約31kmのメインライナックトンネルの中央部に実験ホール空洞及び周長3.2kmのダンプングリングトンネルが配置される。

## 2.2 電気設備計画

ILC のビーム運転時に必要な電力は現段階では、240MW と想定されている。受電電圧は 275kV を想定、中央受電施設で 66kV に降圧してトンネル内に送電する。受電方式は本線・予備線 2 回線受電とする。メイントン、実験ホールに合計6箇所の地下サブ変電所を設け、6kV に降圧して加速器に供給される。また、トンネル内一般負荷には、原則として分散型の降圧変電ユニットにより低圧に降圧して電力を供給する。一般用は一般電源系統と、保安系統に区分し、防災不可には保安系統より供給する計画とした。非常電源設備としては、非常用発電設備をサブ変電所毎に設置し、必要負荷へ非常電源を供給する。

## 2.3 機械設備計画

ILC の標準設計書 RDR に示されているメインラ機械設備は冷却水設備、空調・換気設備・給排水設備で構成される。装置用冷却水は、LCW（供給温度 34℃）と CHW（供給温度 9℃）の2種類を供給する。各アクセスポイント毎に、地上に冷却塔および冷凍機などを設け、地下のアクセストンネルを経由して地下トンネルに供給を行う。地上に設置した冷却塔で冷却水を製造するが、リターン温度 42℃、サプライ温度 31℃としている。冷却塔システムは密閉式空冷、密閉式水冷、開放式水冷の3タイプを比較検討した結果、開放式水冷タイプを採用することとした。尚、合計 200MW の発熱量を処理するために必要な補給水は、約 600m<sup>3</sup> と想定される。

トンネルや実験ホールの空調は、各アクセスポイントの地上に設置する空調機で、夏季には冷却除湿、冬季には加熱した外気をアクセストンネルのダクトで供給する。トンネル内の気候は、温度 29℃湿度 35%とし、換気風速は 0.5m/s 程度を想定している。トンネルからの排気は、地上に設けた排気ファンで

地下からの排気を行うが、風量はダクトに設けたダンパーで調整する。また、排気ダクトおよび排気ファンは、火災時の排煙と兼用するシステムである。トンネル内のヘリウムガスのクエンチ時には、通常の定常的な排気系統に加えて、加速器用の GPS 測量用立坑を非常時排気設備として有効に活用することを検討している。

地下トンネルでは相当量の湧水が予測されているため、トンネル下部に設けた排水トレンチを通して、アクセスホールに集水後、大型ポンプ設備により地上にポンプアップする計画である。

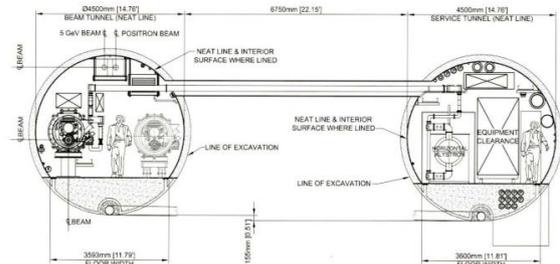


図1. RDR段階でのMLトンネル計画

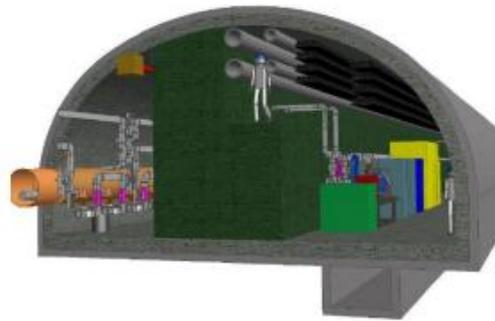


図2. TDRに向けた日本のトンネルイメージ

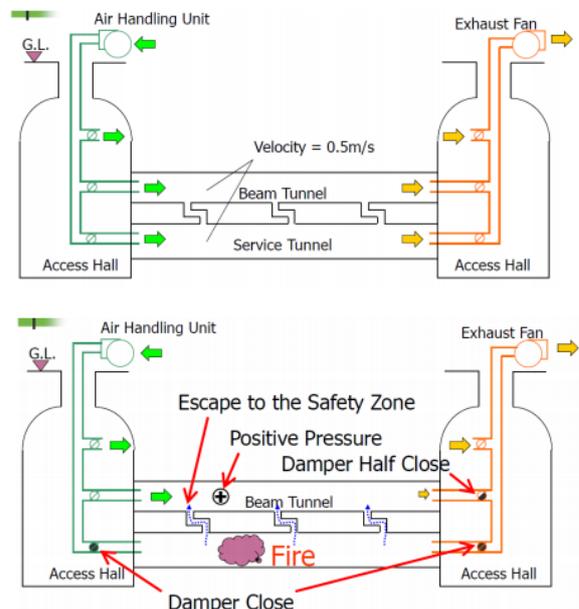


図3. 非常時の排気設備計画

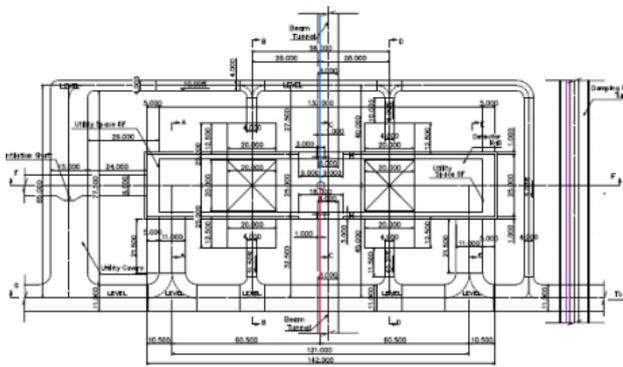


図4. 衝突実験ホール平面計画図

## 2.4 安全・防災計画

ILC のトンネルや実験ホールは、規模が長大であることに加え大深度地下に建設される点で、非常時の安全対策、防災計画が極めて重要となる。また、これらの実験施設には、建設時及びメンテナンス時に非常に多数の人が長時間作業をすることから、火災やヘリウムリーク等の災害時における避難計画がとりわけ重視される。

ここでは、様々な課題の中で避難施設・避難設備について概要をまとめる。トンネル内で火災等が発生した場合、トンネルの各部位から地上への避難路が確保されなければならない。トンネルから地上へは約 5km 毎のアクセストンネルを経由する以外にルートはない。そこで、図5及び図6に示すように、ML トンネルは、加速器トンネルと高周波サービストンネルに区画されていることに着目し、冗長性のある避難路の確保を基本に据えた安全対策、防災計画を進めている。

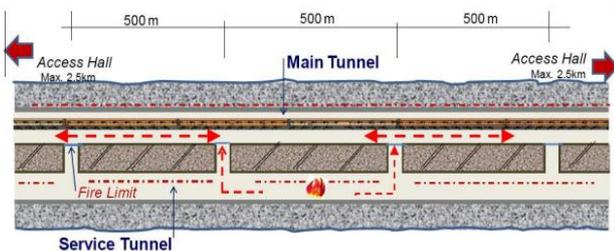


図5 ML トンネル避難イメージ図

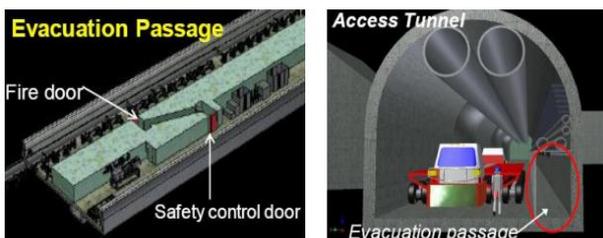


図6 ML、アクセストンネル避難路

## 2.5 山岳サイトでの建設スケジュール

日・米・欧の3局で建設コスト計画と並んで建設スケジュールの検討が行われている。ここでは、その詳細を表示できないが、日本の山岳サイトでの施設全体の工事に要する期間は概ね7年間と試算されている。地形的な条件に加え、NATM 工法を主体とするトンネル掘削で工期の大幅な延長が懸念されたが、我が国の土木技術の高い技術力と豊富な経験を生かしたプロジェクトを推進すれば、十分に海外案と対峙できることが確認された。(図7参照)

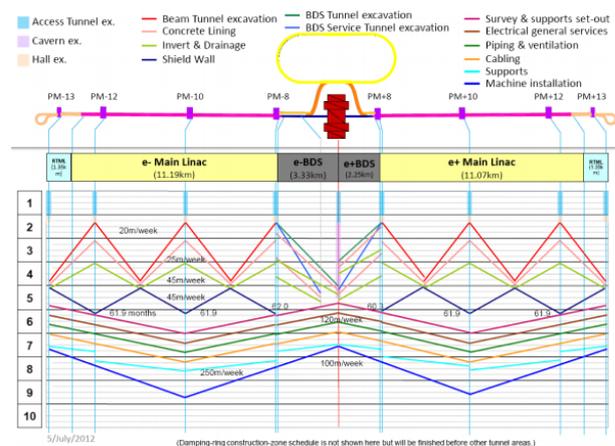


図7 山岳トンネルの建設スケジュール事例

## 2.6 山岳サイトでの地質調査計画

2012 年度から 2013 年度にかけて、日本の候補サイトである東北地方の北上山地、九州地方の脊振山地の2箇所で地質調査が予定されている。政府予算による初めての ILC サイト調査となる。

本調査の目的は、日本サイトでの基本設計の開始に際し、後戻りすることのない地質条件を満たしていることを確認することである。基本的な条件として、①約 50km に渡って安定した岩盤が分布すること、②施工や実験施設の維持管理に適した岩盤性状を有していること、③活断層上にないこと、等の確認を目指している。来るべき設計段階に入るために、本調査を確実に履行することが求められている。

## 3. まとめ

TDR に向けたアジア地域での技術検討では、具体的なサイト条件に立脚しない標準モデルを想定した検討が主となっている。現在、政府予算に基づく第1次の地質調査が推進されつつある。今後、予備検討若しくは計画構想段階から、設計段階へと展開していく過程での技術検討においては、これらの地質調査の成果を踏まえた、より現実的で具体的な計画業務が可能となる。近い将来、国内での候補サイトが決定された場合に、本格的な設計活動がスムーズに開始できるよう着実に準備を進めたいものである。