

# ダッカ都市鉄道 5 号北線の線形設計

## ALIGNMENT DESIGN FOR DHAKA MRT LINE 5 NORTHERN ROUTE

佐相 駿実\*・山品 誠治\*\*・北村 和也\*\*\*  
Hayami SASO, Seiji YAMASHINA and Kazuya KITAMURA

Nippon Koei has been awarded a consulting contract for the General Consulting service of Dhaka MRT Line 5 Northern route from 2020, which covers the entire process from basic design to construction supervision, and the project is now ongoing. The basic design was completed with the submission of the Basic Design Report at the end of June 2021, and the detailed design is currently ongoing. In the design process of a railway projects, alignment design which decides the "shape" of the project over many kilometers, is the very foundation of the project. This report describes the outline of alignment study process for the Dhaka MRT Line 5 Northern route.

**Keywords** : track alignment, railway, mrt, DMTCL, Dhaka, Bangladesh, Line 5 northern route, urban, city, basic design, detailed design

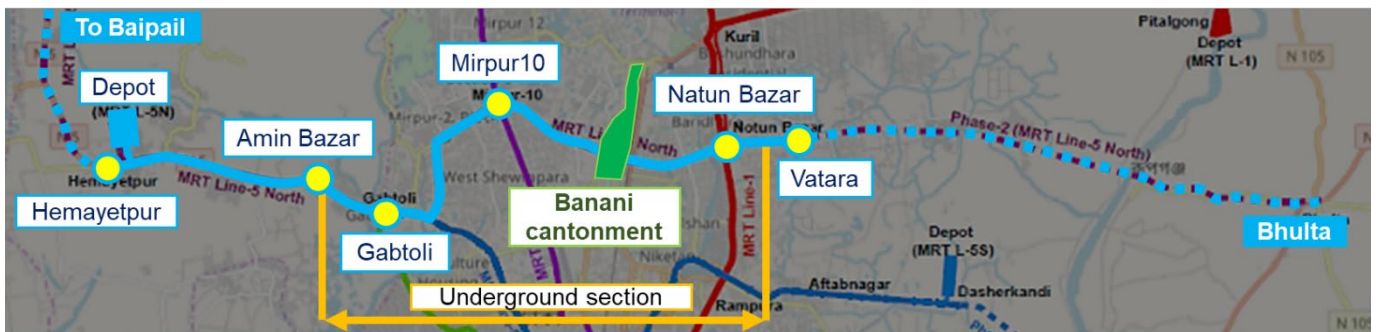


図-1 5号北線路線図

### 1. プロジェクト概要

ダッカ都市鉄道 5 号北線（以下：5 号北線）は起点の Hemayetpur 駅から終点の Vatarara 駅の間を結ぶ約 20.4km の全線複線電化鉄道として計画され、地上 5 駅と地下 9 駅の計 14 駅と車輛基地、東側約 5.5km と西側約 1.1km の高架区間、その間約 13.8km に及ぶ地下区間から構成される予定である。このプロジェクトに必要な資金は 6 号線や 1 号線と同じく JICA の有償資金協力が用いられている。ダッカ都市鉄道は Dhaka Mass Transit Company Limited（以下：DMTCL）が事業者となり運営をすることが予定されている。さらに、ダッカでは先行する 6 号線、1 号線に続く 3 番目の都市鉄道として 2028 年頃の開業を目標に、日本工営を含む 7 社で構成されるコンサルタント JV により、

2020 年から基本設計が開始された。2021 年 6 月には Basic Design Report を提出し、基本設計を完了したため、現在は同 JV により 5 号北線の詳細設計が進められている。5 号北線は 6 号線とは Mirpur10 駅、1 号線とは Natun Bazar 駅、既存のバングラデシュ国鉄線とは Banani 駅で接続する予定である。その他にも Gabtoli 駅では 5 号南線及び 2 号線と将来的に接続する計画が考えられている。また、起点の Hemayetpur 駅には都市間バスのターミナルの建設が計画されている。ダッカの市街地は南北方向に細長い形状であり、バングラデシュ国鉄の既存線や幹線道路などダッカを南北方向に貫く路線は多数ある。そのため、5 号北線はダッカ市街地を東西方向に貫くことで沿線の交通結節点を結ぶ路線になることが期待されている。また現在の設計中の区間である Hemayetpur – Vatarara 間が開業した後、東西方向それぞれに路線の延伸が計画されている（図-1）。

\* 鉄道事業本部 鉄道事業部 鉄道計画部  
\*\* 鉄道事業本部 鉄道事業部 鉄道計画部  
\*\*\* 鉄道事業本部 鉄道事業部 ダッカ 5 号北線開発事務所 所長

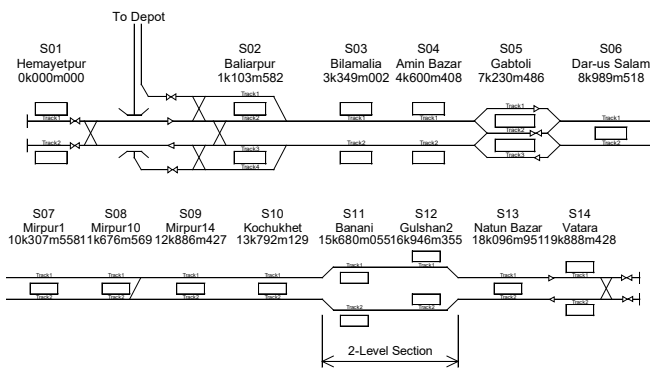


図-2 5号北線の配線略図

## 2. 5号北線の配線

運転計画を基に検討される配線略図(図-2)は、線形検討の前提条件となる重要な情報である。配線略図は本線部分の配線を概形化したもので、運転上、重要となる様々な項目に配慮して検討される。例えば、列車種別を各駅停車のみに限定、車輛基地から出庫する列車の運用、需要の多い特定区間のみを運行する列車の有無、トラブル発生時の折り返し駅の配置など、検討項目は極めて多い。また、運転計画は土地柄や文化などに依存する場合も多く、このプロジェクトでは運転計画の専門家がインド人であったため、インド式の配線と、6号線における日本式の配線の考え方のすり合わせが容易ではなかった。一般的に配線略図は運転計画の担当者が設定するが、配線略図がプロジェクト全体に及ぼす影響は非常に大きい。そのため5号北線では、運転計画担当者の他、プロジェクトマネジメントチームや線形エンジニアなど様々な専門家の協力により、配線略図の検討が行われた。配線略図の最終決定は運転計画担当者の責任であるが、配線略図で計画された配線を実際の地図に落とし込み、線形が成立するか否かを判断する検討は、線形設計に関する技術基準を基に線形エンジニアの責任で行われる。例えば、用地の限られている場所に駅を設置する場合や、駅前後に分岐器を設置出来ない場合など、配線を最終化する上で線形エンジニアが中心となって構造物や駅建築の専門家と検討を進めることは重要である。

## 3. 5号北線の線形

市街地に新線建設をする鉄道プロジェクトにおいて、用地収用が及ぼす影響は大きい。そのため取得用地を極力減らすために、都市鉄道の線形は一般的に道路の用地内に計画される。5号北線も大半の区間が主要道路に近接した用地、または直上直下に建設される予定である。前述の通り、5号北線はダッカの市街地を東西に貫く線形であるが、東西方向にダッカ市街地を貫く幹線道路は存在しない。そのため5号北線の線形は数路線の道路や軍用地を貫くように計画されており、平面的なコントロールポイントが多数存在する。特に

Gabtoli 駅以東のダッカ市街地の区域では直線区間が少なく、曲線の多い区間が連続する。縦断線形では、比較的広い河川の河床下や、軍用地の直下、交差点付近で私有地の直下を通過せざるを得ないため、縦断的なコントロールポイントも多数存在する。

## 4. コントロールポイント

線形を検討する上で、コントロールポイントを抽出して、必要な配慮をして計画することは重要である。コントロールポイントには既存の構造物や建築物、計画中のプロジェクトの構造物、川や丘などの地形、用地境界線など様々なものが含まれる。ここでは5号北線の線形を検討する上でクリティカルとなった主要なコントロールポイントを紹介する。

### (1) 起点付近

HemayetpurとAminBazarの間の高架区間で5号北線と並走となる幹線道路がHemayetpur駅付近でAminBazar方面から郊外へ向けて二方向に分岐する。発展が著しいダッカ近郊において、街の現況測量図上に将来延伸される路線の線形を計画することは、大きなリスクが伴う。

#### 1) 平面線形のコントロールポイント

Hemayetpurから延伸する線形を複数想定し、本プロジェクトの路線の起点を決める必要がある。道路を横断するか否かにより、延伸時の曲線の開始位置が異なるため、どの案が採用された場合においても路線が延伸できる地点に本プロジェクトの路線の端部を設けることとした(図-3)。

#### 2) 縦断線形のコントロールポイント

将来的にHemayetpur、Amin Bazar間で5号北線と並走する幹線道路にHemayetpur駅の付近でフライオーバーが設置される予定である。そのため、フライオーバーの道路高から道路の建築限界を考慮した上で、レールの車輪走行面高さ(以下:レールレベル)を決める必要がある(図-4)。そのためHemayetpur駅のレールレベルは隣の駅と比べて3.7m高く計画している。

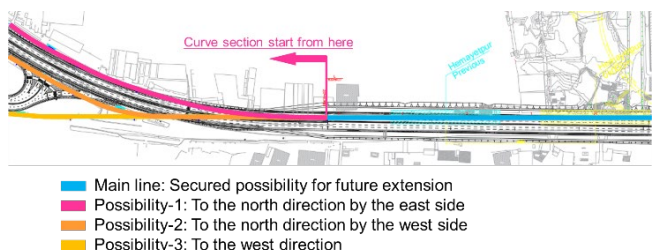


図-3 Hemayetpur 駅の延伸可能性を示した図

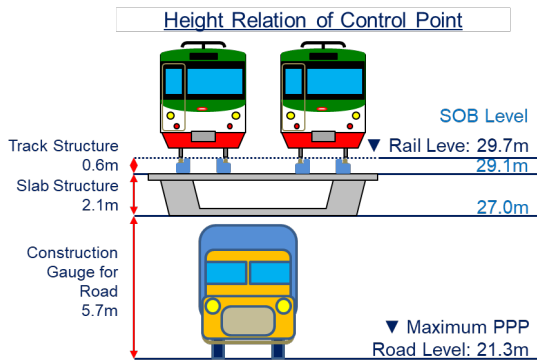


図-4 高速道路との高さ関係を示した図

(2) Turag 川

Gabtoli 駅の西側には Turag 川が位置している。Turag 川は最大水深約 8m、幅約 145m であり、5 号北線はこの河川の河床下を横断するよう計画されている。Turag 川の右岸端部(西側)から約 970m で地上区間、左岸端部(東側)から約 440m で Gabtoli 駅の駅構内へ続く線形となっている。Gabtoli 駅のレールレベルは Turag 川の河床下のレールレベルよりも高く計画されているため、Turag 川の前後に比較的勾配の急な区間が連続し、Turag 川の河床下に付近にはサグを設ける線形とした。

(3) Gabtoli - Dar us salam 間

5 号北線は Gabtoli と Dar us salam 間で Dhaka-Aricha Highway から Mirpur Road へと進む。Dhaka-Aricha Highway と Mirpur Road は直角に交わり、2 つの道路の交差点に設置されている交差点には、鉄道の線形の制約から、路線が直下を通過できるほど広い用地がない。そのため 5 号北線は民間用地の地下を通過する必要がある(図-5)。通過する民間用地は現在ガソリンスタンドとして使用されており、地下には燃料備蓄のためのタンクが存在する。既存の地下埋設物は線形の検討を行う場合のコントロールポイントとして抽出して確実に配慮する必要がある。本来、地下埋設物を確実に回避するためには、埋設物の寸法と位置を正確に認識する必要がある。しかしここでのコントロール

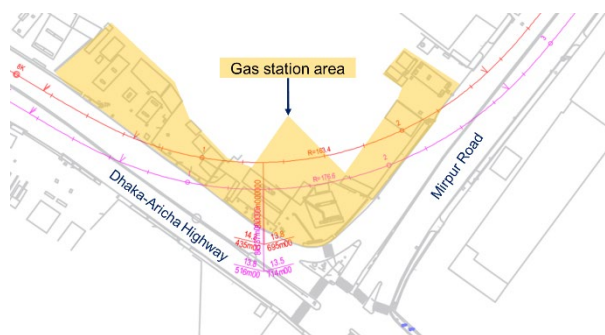


図-5 ガソリンスタンドの直下を通過する区間

ポイントは営業中のガソリンスタンドの燃料貯蔵タンクであるため、タンクの内外から正確な測量を行い、タンクの正確な大きさや位置を測定することは不可能である。また、聞き取り調査の結果、竣工図面も残っていないことが判明した。そのためガソリンスタンドのオーナーと協議を行い、簡易的にタンクの大きさを測定する方法として、地上部分から検尺棒を入れてタンクの深さを測定し、大体のタンクの平面図上の面積から貯蔵量などを考慮して、測定したタンク深さが適正であるか否かについて確認した。また、設計では平面図上のタンクの大きさはガソリンスタンドの用地と同等、タンクの深さは棒を入れて測定した値の 2 倍と見込んだ。さらにタンクの底部からシールドトンネルの最上部までの離隔を 10m 確保できるように縦断線形が計画された。 Bangladesh では既存の地下埋設物から新設地下構造物までの最低必要離隔の規定がないため、タンクの底部からシールドトンネルの最上部までの離隔は日本国の基準<sup>2),3)</sup>を参考に設定した。

(4) Banani Cantonment

Banani Cantonment とは Bangladesh 陸軍が管轄する土地であり、5 号北線はその地下を通過するが、Banani cantonment 内には杭を有する建築物が存在する。そこで、管轄する Bangladesh 陸軍から建築物の竣工図の提供を受けて、線形が通過する場所か否か関係なく Banani cantonment の用地内で最長の杭を有する建築物を検索した。最長の杭を有する建築物が判明した後、陸軍や DMTCL と協議して Banani cantonment 内で見積る最大の杭長を確定した。また、杭の下端部からトンネル上端までの離隔は、地下構造物の専門家の判断により、シールドトンネルの直径に相当する距離以上を確保することとした(図-6)。

(5) Banani 駅と Gulshan2 駅

5 号北線では、基本設計開始当初より地下駅を開削工法で建設することが予定されていた。そのため、用地取得面積を可能な限り減らすことを目的として、地下駅は全て道路の直下に計画された。Banani 駅と Gulshan2 駅は道路幅員が狭

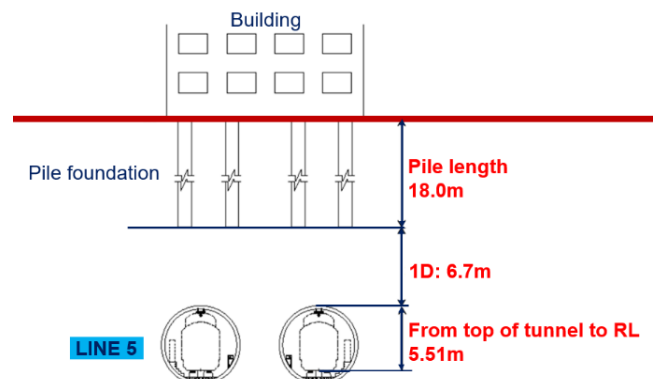


図-6 Banani Cantonment 内の建物の杭長

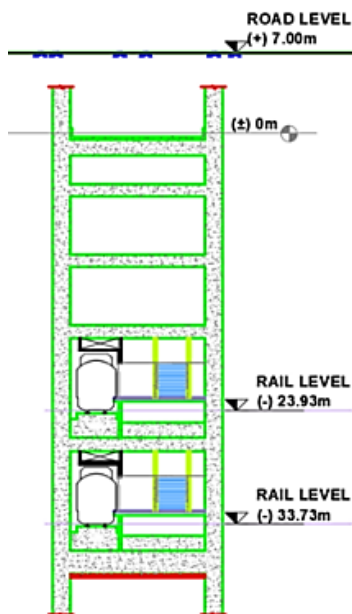


図-7 Banani 駅の断面

いため、東京メトロ千代田線の町屋-根津駅間のように上下線のプラットホームが上下 2 層に分かれる駅となった(図-7)。東行、西行どちらのプラットホームを浅い方の階層にするかは需要予測によって決定する。その需要予測の結果から西行の需要の方が多かったため、西行のプラットホームを浅い方に指定した。プラットホームに接続する路線の方向とプラットホーム上下を決める縦断線形の選択は平面線形にも影響するため、プラットホームが 2 層構造の駅は一般的な駅と比べて線路線形への影響が大きい。

(6) 出入庫線と本線との立体交差

5 号北線の車輛基地は起点駅の Hemayetpur 駅付近にある。車輛基地から本線へ接続する出入庫線は土地利用の制約から、Hemayetpur 駅から一つ終点方にある Baliarpur 駅に接続した。また、本線の橋梁設計を可能な限り簡略化するために、出入庫線は上下線の本線を挟み込む形で本線と接続した。そのため、上り出入庫線が上下本線の下を通過する線形となった(図-8)。なお、立体交差するためには鉄道車輛の建築限界高さ、桁高を考慮して縦断線形を設定する必要がある(図-9)。

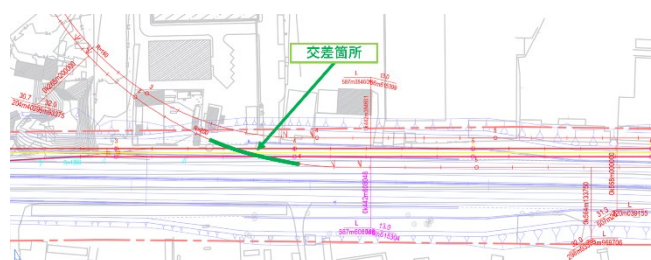


図-8 出入庫線と本線との交差点平面図

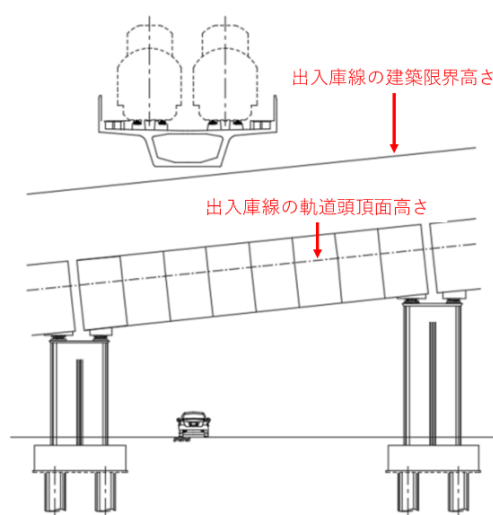


図-9 出入庫線と本線との交差点断面イメージ

5. 土木構造物と軌道中心間隔

線形設計において軌道中心間隔を適切に確保することは重要であり、線形エンジニアが最も気を配る箇所である。軌道中心間隔は一般的に建築限界、車輛限界、軌道構造から決まるため、構造物や建築の専門家と協議することは重要である。ここでは構造物、軌道構造、軌道中心間隔の関係について紹介する。

(1) 高架橋区間

5 号北線の高架区間の軌道中心間隔は 3.9m, 4.1m 4.5m の 3 種類がある。高架橋の橋桁の幅員は軌道中心間隔により異なる。基本的な軌道中心間隔は 3.9m である。軌道中心間隔は建築限界幅で決まり、通常は 3.8m である。ただしこの場合、半径が小さい曲線区間では軌道中心間隔の拡大が必要となり、桁幅もそれに合わせて拡大する必要がある。5 号北線では同じ桁幅で効率的に設計できるよう軌道中心間隔を 3.9m とした。軌道中心間隔が 4.5m の区間はシーサスクロッシングの設置区間である。また、軌道中心間隔が 4.1 m の区間は、トンネル区間と高架橋区間をスロープで結ぶ区間(以下:遷移区間)と隣接している区間のみである。遷移区間では点検時や避難の際に用いる通路を軌道間に 0.7m 幅で設けることを計画している。5 号北線の建築限界幅は 3.4m であり、遷移区間のみ軌道中心間隔を 4.1m と設定した。

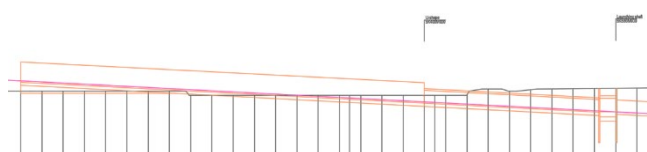


図-10 西側遷移区間の縦断図

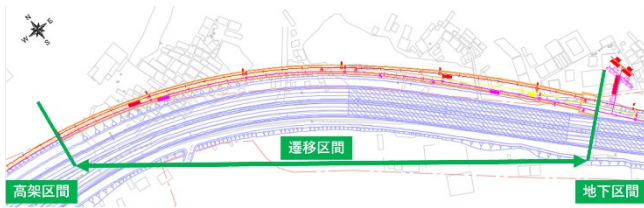


図-11 西側遷移区間の平面図

## (2) 遷移区間

遷移区間は高架橋区間からシールドトンネル区間へ、U 字型断面の構造物と、開削トンネルにより接続する区間であり、地上にある既存の道路交通や街を遮断分断する構造物である(図-10)。そのため遷移区間の設置が可能な場所は限られる。また、西側の遷移区間では高架区間の軌道中心間隔をシールドトンネル区間の軌道中心間隔に拡大する区間となり、しかも曲線の線形となる。そのため遷移区間の軌道中心間隔を変更するために曲線半径の異なる複数の曲線を接近して設定する必要がある。ここでは保守や管理の効率性を重視して、当初は単心円の曲線区間を連続して配置していた。しかし、曲線を連続して配置すると、カントによる車体の揺動が一定区間に連続するため、乗客の乗り心地に配慮して、カントによる車体の揺動が少ない複心曲線を使用した(図-11)。

## (3) 駅

駅は、乗客が乗降以外にも様々な機能を設ける必要があるため、駅部のレールレベルは駅建築や構造物の専門家から要求される駅構内に設置される各種施設及び必要な空間を考慮することが重要である。軌道中心間隔は主にプラットホームの幅を考慮する必要がある。相対式ホームの場合、駅構内の分岐器の有無などにより、最小軌道中心間隔が決まる。一方で 2 面 4 線駅などを含む島式ホームが設置される駅の場合、プラットホーム幅を考慮した軌道中心間隔を考慮す

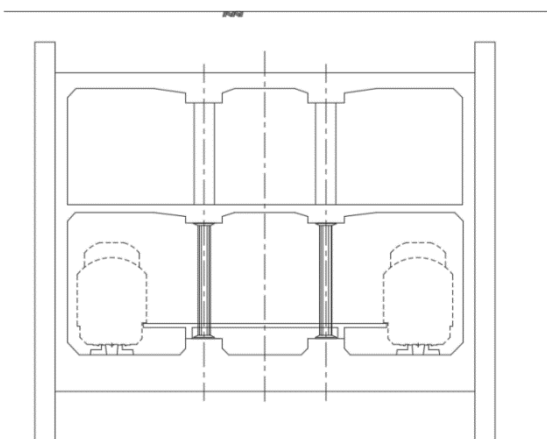


図-12 地下駅島式ホームの標準断面図

る必要がある(図-12)。5 号北線の地下駅は全て 1 面 2 線の島式ホームであり、プラットホームの幅が 10m、プラットホーム先端から軌道中心までの距離は 1.55m 必要である。そのため、地下駅部の軌道中心間隔は 13.1m とした。

## (4) シールドトンネル区間

5 号北線の地下区間は駅部を除き単線シールドトンネルであり、軌道中心間隔は最小トンネル離隔を基に求められる 10.05m とすることが考えられたが、駅前後に曲線を設けないこととしたため、地下駅のプラットホーム幅を考慮して求められた軌道中心間隔 13.1m と同じとした。

## 6. まとめ

本稿では 5 号北線の線形の検討をした際にクリティカルとなったコントロールポイントや設計条件について紹介した。基本設計では衛星写真と一部の測量図を基に設計を行い、コントロールポイントの整理や駅位置の確定を行うことが目的である。また、線形設計を行うにあたって構造物の設計条件から要求される与条件の整理も重要である。このように線形エンジニアは鉄道プロジェクトにおいて様々な専門家とコミュニケーションを取りながらプロジェクトの“かたち”をマネージメントする役割を担っている。

## 7. おわりに

土木は経験工学であると言われるが、鉄道線形設計はその中でも特に経験が必要とされる分野である。線形エンジニアは常日頃から愚直に自分の手を動かし、白髪が混じる頃によく一人前と言われる世界である。一人前の鉄道線形エンジニアになれる日が来るよう引き続き精進する所存である。

## 参考文献

- 1) Dhaka Transport Coordination Authority (DTCA) and Japan International Cooperation Agency (JICA): Dhaka Metrorail Technical Standard, IV. TRACK, 1. Alignment and Basic Structure of Track, June 2014
- 2) 昭和三十四年九月二十六日政令第三百六号、危険物の規制に関する政令、第十三条、地下タンク貯蔵所の基準
- 3) 東京消防庁: 危険物施設の審査、平成 13 年 3 月改訂