

仙台空港アクセス鉄道への震災復旧支援

諏訪内 幹 男

仙台空港アクセス鉄道は、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とその後襲った大津波により甚大な被害を受け運行中止を余儀なくされた。

鉄道・運輸機構は、宮城県及び仙台空港鉄道株式会社から要請を受けて、この復旧の技術支援を行った。被災直後より被害調査の実施、復旧計画の策定及び復旧工事の監理等を行い、被災から約 6.5 ヶ月で全線運行再開した。

本稿では、この東日本大震災により被災した仙台空港アクセス鉄道の復旧に鉄道・運輸機構が行った技術支援について報告する。

キーワード：自然災害，東日本大震災，鉄道被害，復旧工事，技術支援

1. はじめに

仙台空港アクセス鉄道は、JR 東北線「名取駅」を起点として「杜せきのした駅」、「美田園駅」を経て「仙台空港駅」に至る延長 7.1 km の単線交流電化路線である。第三セクターの仙台空港鉄道株（以下「鉄道会社」という）が運営する鉄道であり、JR 東北線との相互直通運転により仙台駅と仙台空港駅を最速 17 分で直結している。

この路線の建設は、鉄道・運輸機構が鉄道会社から委託を受けて設計・施工を行い、平成 19 年 3 月 18 日に開業したものである。

開業以来、空港へのアクセスとして機能するのみでなく、沿線に開発された街の足としても機能してきたところであるが、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とその後襲った大津波により、鉄道施設に甚大な被害を受け運行中止を余儀なくされた。

鉄道・運輸機構は、宮城県からの要請を受け、震災直後より現地入りして被害調査を行うとともに復旧計画の策定、復旧工事の監理等の技術支援を行った。

復旧は、周辺すべてが被災地という困難な状況のなか、鉄道会社をはじめ宮城県や関係者と協力し早期復旧に努め、平成 23 年 7 月 23 日に名取駅～美田園駅間の部分運行再開をし、10 月 1 日には残る美田園駅～仙台空港駅間の復旧を完了し、被災から約 6 ヶ月半で全線運行を再開した。

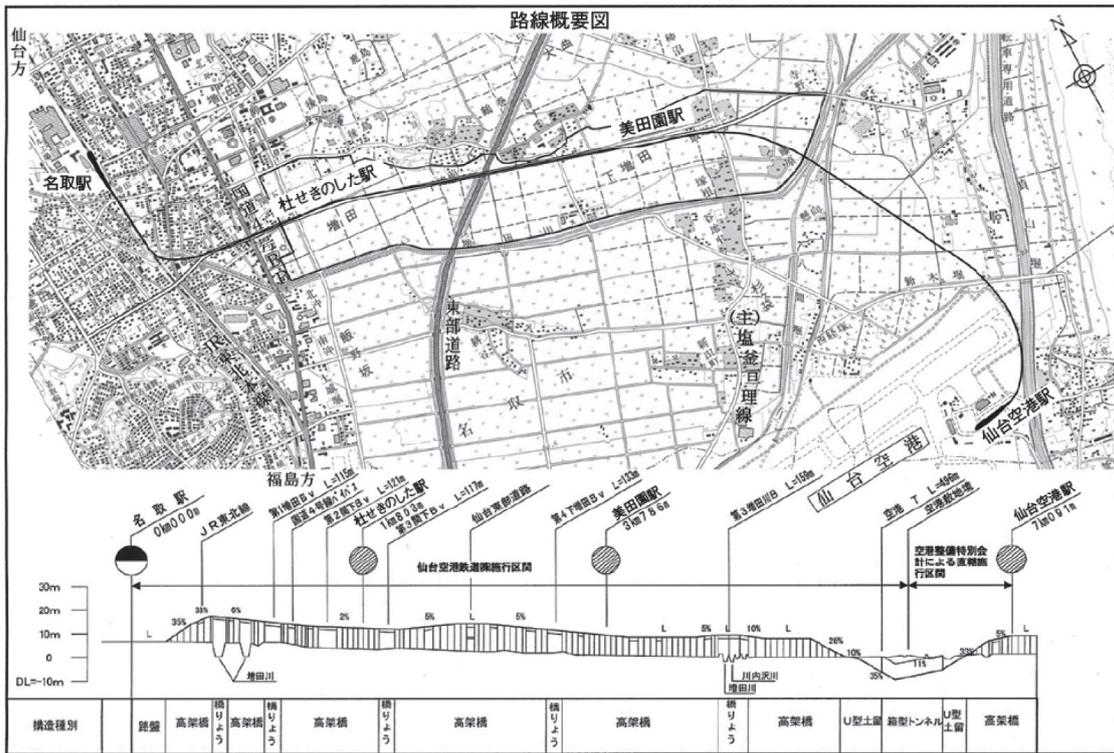
本稿では、この東日本大震災により被災した仙台空港アクセス鉄道の復旧に鉄道・運輸機構が行った技術支援について報告する。

2. 路線の概要

位置図および路線概要図を図—1、2 に示す。線路の構造は、地平駅の名取駅構内および仙台空港の滑走路の端部を通過する開削トンネル区間とその前後の掘削区間を除き、高架構造を採用している。軌道構造は一部を除き弾性マクラギ直結軌道である。信号設備は単線自動閉塞式で、運輸管理所は仙台空港駅に設置している。なお、これらの土木構造物の設計には兵庫県南部地震後の新しい耐震設計標準を適用している。



図—1 位置図



図一2 路線概要図

3. 被害の状況

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した本震では、沿線の名取市増田で震度 6 強を観測し、その後、仙台空港一帯を襲った津波の高さは、独立行政法人港湾空港技術研究所の調査によると地表面から 3.4 m である。津波の浸水範囲を図一 3 に示す。これらによる鉄道施設の被害は想像をはるかに超え甚大なものとなった。特に津波による被害は線路施設のみでなく沿線周辺の景色を一変させた。

以下に、地震及び津波による鉄道施設の被害状況について構造物及び施設別に述べる。

(1) 橋りょう・高架橋区間

これらの構造物は、最新の耐震基準に基づいて設計・施工されており、被害は比較的軽微であったが、防音壁の損傷（写真一 1）、横桁やストッパーの損傷（写真一 2）、ゴム沓の移動、抜け落ちなどの被害が生じた。復旧は、断面修復及びストッパーやゴム沓の交換などによる復旧作業を実施することとした。

また、主に形式の異なる構造間において、残留変位の差により線路横断方向にずれが生じ、軌道にも狂いが生じた（写真一 3）。これは、地質の違いなどにより構造物の地震応答が異なることが原因であると考えられる。



図一3 津波浸水範囲（国土地理院ホームページより）



写真一1 高架橋防音壁の損傷



写真一2 桁ストッパー部の損傷



写真一3 橋りょう上の軌道変位



写真一4 高架橋脚部の漂流物

空港トンネル出入口付近の高架橋は、津波による漂流物の瓦礫に囲まれるとともに、周辺地盤が沈下したため自然排水ができず滞水していた。また、側道が流出し、橋脚周りの地盤が洗掘されてフーチングが露出している箇所もあった（写真一4）。

(2) 掘割及び開削トンネル区間

空港トンネル出入口付近掘割部のU型擁壁区間においては、津波により大量の瓦礫が流入し堆積した（写真一5）。また、防音壁、進入防止柵、電車線防護柵は原形をとどめないほど破壊された（写真一6）。

トンネル区間は、地上からの調査で津波による電気設備等の流失が把握できていた（写真一7）が、トンネル内部については、津波により瓦礫や土砂が流入するとともに完全に水没していたため、被災状況の把握は、約1ヶ月後の排水を終えた後となった。トンネル



写真一5 空港トンネル入口付近の瓦礫堆積



写真一6 防音壁、電車線等の損傷



写真一7 空港トンネルの水没状況



写真一8 空港トンネルボックス相互の目違い

内部の調査で、液状化の予想範囲として抑止杭を設置した区間と、液状化のおそれがないとしていた杭のない区間との間に設けられた可とう継手部で、トンネル内空断面間に水平方向で119 mm、鉛直方向で180 mmの相対変位が確認された（写真—8）。詳細な測量を行った結果、建築限界に支障が生じていることが判明した。

この変位は、周辺地盤が継続時間の長い地震波の影響により液状化し、抑止杭のない区間のトンネルボックスが浮き上がったことにより発生したものと考えられる。

(3) 駅施設等

列車の運行管理は、仙台空港駅の1階に設置された運輸管理所において一括管理していたが、今回の津波の流入により、指令設備が壊滅的な被害を受けた（写真—9, 10）。



写真—9 仙台空港駅本屋の津波被災状況



写真—10 運輸指令施設の津波被災状況

運行管理の頭脳となるこの施設の被災が当線の最大の被害となり、これら施設の復旧に要する期間が全体復旧工程を決定付けることとなった。

また、杜せきのした駅、美田園駅及び仙台空港駅では、照明ラックや灯具の落下等の被害が生じた（写真—11）。

なお、運行中の列車は、地震発生と同時に保安シス



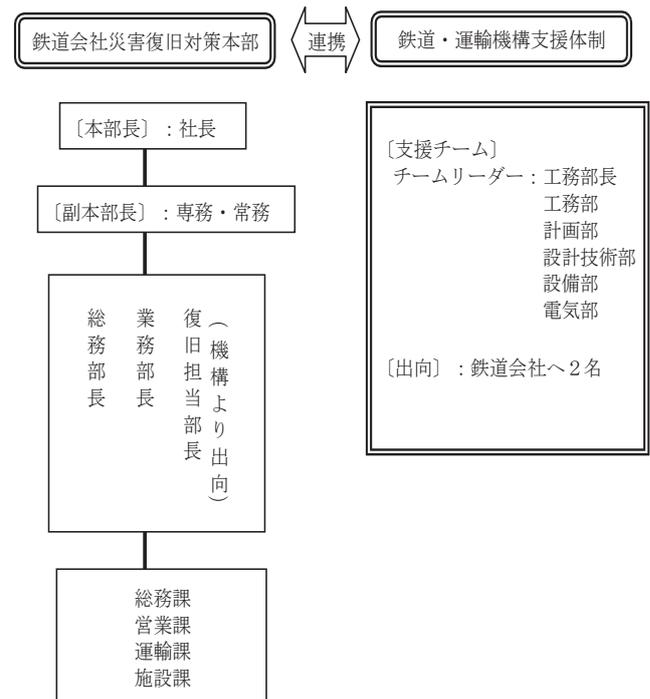
写真—11 杜せきのした駅の照明ラック落下

テム作動により緊急停止することとなるが、今回の地震発生時には幸いにして走行中の列車はなく、仙台駅と仙台空港駅に停車中であり、乗客の被害は皆無であった。

4. 復旧体制

この未曾有の震災で被災した鉄道施設の復旧のため、鉄道会社では、社長を本部長とする「災害復旧対策本部」を設置した。機構は、宮城県及び鉄道会社の要請を受けて技術職員を出向させるとともに、本社内に支援チームを編成して鉄道会社に全面的な技術支援を行った（図—4）。

また、復旧工事をお願いした各施工会社においては、施工環境が東北地方を中心に広範囲の地域が被災した



図—4 鉄道会社の復旧対策本部と機構の支援体制

という厳しい状況の中、交通が分断されたり、資機材の入手及び労働力の確保が困難であったり、さらには指令設備の機器等を製作する工場も被災しているという状況であったにもかかわらず、最大の協力をいただいた。復旧工事をお願いした施工会社は総合建設工業5社、軌道会社1社、機械メーカ4社、電気会社4社に及ぶ。

5. 復旧工事

以下に、鉄道施設の復旧工事のうち、おもなものの概要について述べる。

(1) 部分運行再開対策

被害状況の調査及び復旧方法等の検討の結果、津波で破壊された運輸管理所の指令設備の復旧がクリティカルになることが判明し、工程等の精査の結果、全線の復旧には約6ヶ月を要することが想定された。しかしながら、仙台空港の暫定的な供用開始時期が7月末とされたことから、当線の運行再開もこれを念頭に、比較的被害の少なかった名取駅～美田園駅間を先行して再開することとした。そしてこの部分運転再開に対応する列車運行管理のため、美田園駅に電子連動装置を設置し、信号制御は手動取扱いとする運行システムを構築することとした（写真—12）。



写真—12 美田園駅に設置した運行管理設備

(2) 運輸管理所

全線運行再開に向けた仙台空港駅の運輸管理所の復旧に当たっては、指令設備の機器やシステムの早期再製作が課題であることから、関係会社に至急製作の協力依頼をした。また、今回、1階に設置されていた運輸管理所が津波の流入により甚大な被害を受けたことから、今後の災害防止対策として、指令設備などは浸水被害のなかった2階に移設することとした。なお、非常用発電機は重量、振動を考慮して1階に設置し、浸水対策として発電機室は防水壁により密閉することとした。

(3) 開削トンネル

トンネル断面に目違いの生じた区間については、周辺地盤の現状調査から、L1レベルの地震では液状化しないことや、変状が収束していることが判明した。これらを踏まえつつ、復旧に係る経済性や施工性、さらには、全線運行再開の目標を仙台空港の全面的な再開予定の9月末としたことから、工期も含め総合的に検討した結果、目違いの生じた現状のトンネル構造物を活用して、軌道構造の一部変更と線形の修正により建築限界を確保することとした。

しかしこの方法は工期は短縮できるものの、軌道構造が弾性マクラギ直結軌道であることから、狭隘な単線トンネル内でいったん解体して復旧するには多大な労力を要することとなった。

この区間のトンネル構造物については、全線運行再開後に変位した可とう継ぎ手部からの漏水防止（ボックストンネル継ぎ手部の補強）と将来L2地震を受けても液状化の影響を受けないよう対策工事（周辺地盤の改良）が地上より実施された。工事は、営業線下で行うことから、列車運行終了から列車運行開始までの限られた時間内での施工となった。施工に当たっては、列車がトンネル区間を通過する際の安全確認のため、トンネル目違部の変位監視を行う軌道変位監視計測器（写真—13）を設置するとともに、緊急時にトンネル内で列車が停止した場合の乗客の安全な避難誘導のための降車用梯子を設備することとした。



写真—13 軌道変位監視計測器

なお、この区間は空港敷地内であり、土木構造物は国所有の施設であることから、これら地上からの変位抑止対策工は国土交通省により実施された。

(4) 橋りょう・高架橋

橋りょう及び高架橋は、構造物自体の損傷が軽微であったため、復旧は、軌道線形を一部修正して対応することとし、軌道による調整可能量を越える区間においては、マクラギ周りの道床コンクリートの一部を打

ち直して調整することとした。

写真—14～17に各設備の復旧した状況の写真を示す。



写真—14 空港トンネル出口付近防音壁等の復旧



写真—15 仙台空港駅2階に復旧した運輸管理設備



写真—16 杜せきのした駅照明ラックの復旧



写真—17 全線運行再開イベント（仙台空港駅）

6. おわりに

今回の震災で甚大な被害を受けた仙台空港アクセス鉄道は、被災から約6ヶ月半で復旧工事を完了し、平成23年10月1日に全線運行を再開することができた。これは、ひとえに関係者の並々ならぬご努力と多くの励ましや支援により達成できたものである。

私ども鉄道・運輸機構はこの復旧支援に参画させていただき、鉄道会社や関係機関の皆さんと目的を一つに取り組み、早期の運転再開を達成するという貴重な経験をさせていただいた。

現在、鉄道・運輸機構では、東日本大震災で被災し運休となっている三陸鉄道北リアス線及び南リアス線の復旧工事を支援させていただいているところである。

今後も、私どもの保有する鉄道技術を活用することにより社会に貢献できれば幸いである。

JCMA

【筆者紹介】

諏訪内 幹男（すわない みきお）
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
 鉄道建設本部 工務部 工務第三課
 総括課長補佐

