連携記事

震災からの復興と地域への電力供給責任を果たすために

新日本製鐵釜石製鐵所IPPの早期運転再開と安定稼働に向けて

To Achieve Earthquake Disaster Revival and the Power Supply Responsibility to the Tohoku Area

(Activity for the Early Operating Reopening of the Power Station)

石黒忠利 Tadatoshi Ishiguro
新日本製鐵（株） 棒線事業部
釜石製鐵所 製造部 電力工場*
工場長

1 釜石製鐵所および IPP（電力工場）の概要

近代製鉄発祥の地、新日本製鐵（株）釜石製鐵所は平成24年で創業126年を迎え、線材事業と電力事業を両輪とし事業を営んでいる（図1所在地参照）。線材事業の主力製品はスチールコード用・CH（冷間圧造）用等の高級線材が中心で、電力工場（IPP）は、平成12年7月から運転開始した石炭専焼火力発電所であり、平成元年に休止した高炉に代わる町のシンボルとして稼働中である。送電端出力は13.6万kW、東北電力との契約はピーク電源対応で年間設備利用率30％が標準であるが、近年は管内電力需給の状況に合わせ、東北電力の要請に応じ、利用率を上回る運転を行っている。

図2に工場の全景写真、表1に発電設備の概要を示す。特徴として挙げられるのが、全長約1.8kmを有する石炭揚陸用コンベアである。市街地に近接した位置にあるため、粉塵が飛散しない密閉式パイプコンベア方式を採用した。また、冷却水は海水を使用せず冷却塔による淡水循環冷却方式を採用し、温排水を排出しないシステムとし、環境に配慮した発電所である。この冷却方式採用により冷却水系統が津波の被害を受けなかったのは幸いであった。

図1 釜石製鐵所所在地

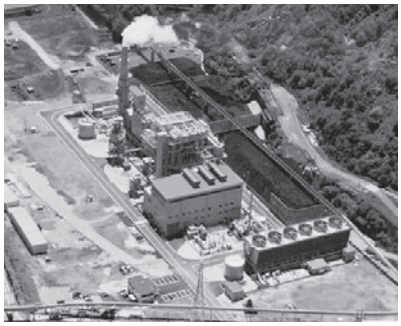


図2 電力工場全景

表1 発電設備の概要

- 主仕様
  - 出力 149,000 kW
  - 燃料 石炭（微粉炭） 補助燃料：重油
- 特徴
  - ・県内最大出力規模、かつ県内唯一の火力発電所
  - ・県内発電量の3割を占める重要電源
    （県内一般世帯の電力需要の4割をまかなうことが可能）
  - ・製鉄所インフラを活用した効率的な設備建設と運用
    石炭揚陸・港湾設備（水深14mの専用埠頭）、冷却水設備等
  - ・電力需要の変化に応じた柔軟な運転
  - ・環境への配慮
    - ○ばい煙処理設備
    - ○粉じん対策 石炭ヤード …… 防じん塀・散水設備
      密閉式パイプコンベア（長さ1.8km）
    - ○温排水 冷却塔による循環方式の採用
    - ○石炭灰 全量セメント原料に有効利用
    - ○温室効果ガス削減 林地残材バイオマス（5,000t/年）混焼によるCO_2削減

＊ 2012年4月よりエネルギー工場に名称変更

また、平成22年10月からは、農水省ならびに経済産業省の補助を受け「林地残材バイオマス混焼発電事業」を開始した。バイオマスと石炭の混焼率目標は2%（重量比）で、これにより年間約7,000tのCO_2削減を図ることができる。このような活動から資源循環型・環境調和型ミルを目指すべく各事業に取り組んでいるところである。

2 地震発生当日と被災の状況

平成23年3月11日14時46分、宮城県沖でマグニチュード9の巨大地震が発生（釜石：震度6弱）、釜石市内は製鉄所を含めて全域で停電、その約30分後、大津波が襲来し市街地を飲み込んだ。

釜石製鐵所では地震直後、東北電力側の系統短絡事故波及により受電点遮断器が開放されたため、所内全停電となり、線材工場では圧延中であった鋼材を噛み込んだ状態で停止した。

IPPは発電端出力14.75万kWで運転中であったが、送電線短絡リレー動作によりプラントトリップ（自動緊急停止）に至った。この後、系統電力喪失のため発電所内の非常用ディーゼル発電機が自動起動し保安電力を確保、冷却・安全停止動作を開始した。

発電所の従業員は地震発生直後、タービン建屋3階にある運転室（約15m）に避難し、状況が落ち着くまで、一夜を明かした。

釜石製鐵所内では、地震発生直後に災害対策本部を発足させ、グループ社員とその家族の安否確認を最優先事項として取り組んだ。

2.1　設備被害の状況

図3に示す津波被災地域にある港湾設備は、津波により大きな被害を受けた。桟橋の主要部分が損壊、石炭荷役用アンローダやクレーンの損壊・浸水、石炭輸送用パイプコンベアは全長1,800m中、約800mが切断・流出した。当日は、石炭の荷役が昼まであり、大型船（約150千DWMT）が出港した後であったのは幸いであった。構内は地震動による損壊はほとんどなかったが、境界線に近い甲子川から溢流した津波が発電所敷地に地上高約50cmまで流入し、津波とともに瓦礫が流入した松原排水処理場（終末排水処理場）はその機能を失った。発電所のボイラー・タービン等、主要設備には外観上大きな損傷は認められなかったが、石炭・バイオマス受入設備といったピット設備および地上設置の補機モーター類は冠水した（図4）。

2.2　安全に冷却・停止

発電設備は高温の排ガス、蒸気を取り扱うため、高温に晒される設備は冷却により徐々に温度を下げ安全に停止する必要がある。特に、蒸気タービンはメタルの温度が一定レベルに低下するまでローターのターニング運転を継続しないと変形により撓み、再起動時に翼の損傷につながる。このため、停電時には、非常用ディーゼル発電機により、ターニングモーター、軸受潤滑油ポンプ、潤滑油冷却水ポンプ、計装用空気、非常用照明を確保する設計となっている。しかし、屋外設置の冷却水ポンプが冠水したため冷却水を確保できず、コンプレッサーも停止し計装用空気も確保できなくなった。このため、軸受潤滑油は非常用油ポンプ（DC電源）を運転しターニングを継続した。非常用ディーゼル発電機は燃料（軽油）が8時間程度しかもたないため、軽油を補給しながら運転し、5日目の15日にターニングを停止した。この間、自宅や親族が被災した従業員は地震発生翌日以降、帰宅するな

図3　津波による被災地域

図4　電力工場の津波による冠水の状況

か、勤務可能な従業員が運転室に寝泊まりしながら、保安措置をとった。幸い構内には製品出荷トラック用の大きな燃料貯蔵所（軽油、ガソリン）があったこと、社内各事業所からの応援支給により燃料を確保し安全に停止できたことは早期復旧にあたって大きかった。

2.3　ライフライン復旧

3月15日のタービンターニング停止後は、燃料節約のため非常用発電機も停止し、全停電下のなか、受電（東北電力系統）の復旧を待った。地震直後は本社との衛星電話での連絡以外、外部との連絡がとれなかったが、16日には東北電力と連絡がとれ、所内電源設備の異常有無を確認しながら復旧の準備を進め、18日に受電復旧、20日には所内各系統への配電完了、飲料水についても供給を開始した（表2）。

以上、電力工場の業務に携わる方達は家族含めて全員無事ではあったが、約4割が津波により自宅が被害を受ける等の状況であったにもかかわらず、確実な1次処置をとることができた。

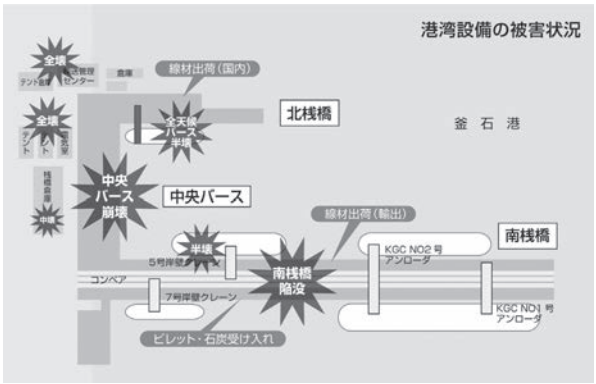
3　復旧工事と早期運転再開に向けた準備

3.1　石炭荷役設備の復旧

図5の港湾設備被害状況に見られるようにアンローダーや

表2　震災直後1週間の出来事

震災後1週間の出来事	
11日（金） 14：46	地震発生
	IPトリップ、全停電により非常用ディーゼル発電機自動起動、タービンターニング開始
14：48	災害対策本部設置
14：50	本社へ第一報（内線電話）
15：00	出勤者の安否確認完了
17：00頃	所長が出張先より帰所、陣頭指揮
17：00頃	本社へ詳細報告（衛星電話）、行政や病院からの燃料供給要請に対応
	帰宅困難者に備蓄食糧を配給
12日（土） 6：30	対策会議（安否確認最優先を指示）
	安否確認開始（グループ17社の社員・家族）、行政の土地提供要請に即時対応（自衛隊へリポート、がれき置場など）
13日（日）	本社に支援物資要請
14日（月）	行政に遺体安置所を提供
15日（火）	支援物資第一便到着
	タービンターニング停止
16日（水）	**東北電力殿確認（受電復旧可）、受変電・配電設備等点検**
	本事務所に炊き出し用食糧確保、釜石市へ支援物資搬入、仮設住宅用地提供、所内線電話復旧、本事務所照明復旧（発電機）
17日（木）	**受電復電準備作業**
18日（金）	**受電再開、飲料水通水**



亀裂、陥没したバース

パイプコンベアが崩壊、
アンローダや岸壁クレーンも損壊・浸水

図5　港湾設備の被害状況

パイプコンベアが設置されている南桟橋は主要部分が損壊・陥没、完全復旧には約1年を要することが判明、夏季の電力需要が増加する時期に間に合せるため、アンローダとパイプコンベアの復旧を最優先する工法を検討・実行した。具体的には、損壊した桟橋部に仮桟橋を設置しパイプコンベアの復旧を先行させ、桟橋の本復旧をその後とすることで、石炭荷役再開時期を約半年短縮した。

主要復旧工事概要を表3に、図6に仮桟橋設置によるパイプコンベア復旧後の写真を示す。

3.2　IPP発電設備の健全性確認

例年、釜石IPPは融雪出水期である春先に定期事業者検査を行っており、平成23年はボイラーの法定点検周期にあたり、3月20日から検査工事着手予定であった。しかしながら、震災影響により当初予定での工事着手は不可能となった。早期に検査工事に着手、健全性を確認し立ち上げるため、工事業者の確保、宿泊場所の手配等、目途がたち、約1ケ月後の4月19日に工事着手した。工事にあたっては、ボイラーの法定点検の他に以下の項目を重点的に行い地震による影響有無の確認と損傷部の修理等で立上げに支障ないよう準備することとした。

①蒸気タービン上半ケーシング開放、軸受メタル点検（図7参照）

②ボイラー架構等、構造物の点検・補修

③津波による冠水設備の修理

工事期間は、一定期間の人員確保が不安定であること、地元工事業者の中には被災され避難所から通っている方もいることに配慮、開放点検での想定外の不具合部発見修理期間を見込み、約2ケ月間で設定した。

しかし、準備を進めている最中の4月7日に再び震度6弱の余震が発生・停電となるなど、関係者に不安がよぎったが、高所作業時の安全対策に万全を期し、予定通りに着手した。

開放点検結果、最も心配していた蒸気タービンの翼や軸受の損傷は認められず、停電後のターニング継続努力が報われたと言える。余震リスクがあり、自ら被災した方もいる中で、工事に携わった方々には、本紙面を借りて感謝申し上げたい。

3.3　7月1日に向けて

IPPの運転再開時期は当初より電力需要が増大する夏季の7月初旬と定めたものの、石炭荷役設備の復旧が9月にずれ込むことから、ほとんど被害のなかった公共埠頭を活用、社内発電所の石炭を融通備蓄し、早期立上げを図ることとした。具体的には、室蘭製鉄所から内航ガット船に積み込み、公共埠頭で揚陸・トラック輸送体制を構築、5月7日から石炭受入れを開始し、約2ケ月分の石炭を確保した（図8）。このように石炭の備蓄体制に目途がたち、前述した発電設備の

表3　主要設備復旧工事概要

設備名称	被害状況	復旧工事概要
パイプコンベア	全長1.8ｋｍ中、0.8kmが津波により流出	流出部新製・設置
アンローダー	足廻り冠水	ｹｰﾌﾞﾙ等電源設備更新
桟橋	全長518m中、約100m陥没・岸壁はらみ。ﾎﾞﾗｰﾄﾞ（係船柱）損壊。	ﾊﾟｲﾌﾟｺﾝﾍﾞｱ復旧優先のための仮桟橋設置。その後、桟橋本復旧。ﾎﾞﾗｰﾄﾞ、接岸速度計新製。
発電設備	地上設置ﾓｰﾀｰ、ﾋﾟｯﾄ設備冠水 地震による構造物一部損傷	ﾓｰﾀｰ分掃、ﾋﾟｯﾄ内電気設備修理 修理

仮桟橋設置後の状況

仮桟橋撤去しパイプコンベア（中央部）のみが運転可能な状態

図6　パイプコンベア復旧後の写真

心臓部である蒸気タービンの健全性が確認できた5月上旬には運転再開を7月1日と定め、関係者が一致協力、復旧工事を加速した。

また、発電再開にあたって、燃料である石炭の目途はたったものの、石炭灰の主要受入れ先である太平洋セメント（株）大船渡工場も津波により被害を受け、復旧の目途が秋以降であることが判明、処理方法・受入先の確保が急務であった。この対策として、三菱マテリアル（株）岩手工場でのフライアッシュの安定的引取りの他に、太平洋セメントについては社内尽力により、受入先を確保、フライアッシュは湿灰化し公共埠頭で積込み船舶輸送にて対応した。

公共埠頭を活用できたことは幸運であったが、石炭と石炭灰を扱うため、環境対策には万全を期して、工夫を重ね対応したことは言うまでもない。

以上、復旧工事ならびに早期運転再開準備等すべてにおいて、新日本製鐵の強みであるグループ総合力を発揮し、社内各部門の応援・協力、また、メーカー・協力会社の強力なサポートもあり、順調に復旧することができた。

4 運転再開、石炭揚陸設備復旧

前述の復旧、運転準備が整い、IPPは平成23年6月21日にボイラー点火、23日から負荷試運転を開始した。途中、トラブルもあったが、目標通り7月1日より営業運転を再開することができた。また、これに引き続き、7月11日には木質バイオマス混焼を再開し、完全復旧を果たした。

石炭荷役設備については、8月末には復旧完了、9月9日に震災後初の外航船が入港し石炭受入れを開始した（図9）。石炭灰処理につても太平洋セメント（株）大船渡工場の復旧に併せ、11月から従来通りのルートに復帰した。

表4に示した釜石製鐵所の復旧スケジュール概要のとおり、線材工場については4月13日には圧延を再開しており（図10）、残るは公共埠頭での作業を続けている線材製品の南桟橋での出荷であったが、平成24年4月には桟橋復旧により、震災前の状態に復旧することができた。

図7　タービン上半ケーシング開放時の写真

図8　公共埠頭での内航船による石炭揚陸
公共埠頭で内航ガット船で揚陸、トラック輸送により、早期運転再開に向けて石炭を備蓄した。

外航船

復旧したパイプコンベア

図9　石炭揚陸設備復旧による輸送状況

表4　復旧スケジュール概要

復旧スケジュール概要	
2011年	
4月	13日（水）線材工場圧延再開
	19日（火）ビレット分譲受入再開（公共埠頭）
	24日（日）線材国内向け海送出荷再開（公共埠頭） IPP定検工事着手
5月	7日（土）IPP用石炭受入再開（公共埠頭・内航船）
	12日（木）線材輸出荷再開（公共埠頭）
7月	1日（金）IPP運転再開
	11日（月）IPP木質バイオマス混焼再開
	23日（土）ビレット分譲受入再開（南桟橋）
8月	31日（水）パイプコンベア復旧
9月	9日（金）専用桟橋でのIPP用石炭受入再開（外航船）
2012年	
3月	線材国内出荷再開（全天候バース復旧）
4月	線材輸出再開（南桟橋復旧）
港湾設備復旧完了	

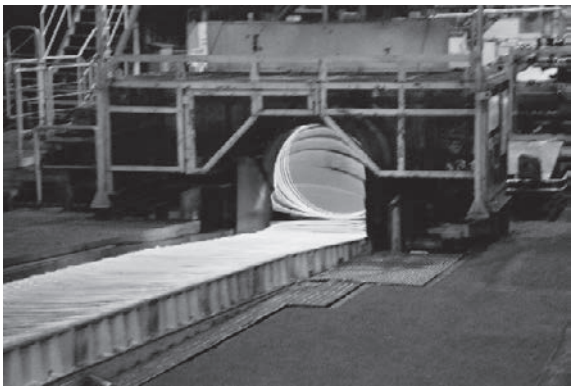


図10　圧延を再開した線材工場

5 夏を迎えて、ベースロード運転へ

平成23年の夏は原子力発電所の停止や太平洋側の発電所が広範囲に被害を受けたことから、東北管内では15％の電力使用制限が発令され、被災地である釜石製鐵所においても昼間帯のピーク電力抑制や夜間・休日へのピークシフト、節電等、協力・貢献した。

一方で、IPPの営業運転再開にあたっては、東北電力から、年間を通してのベースロード運転の要請があり、運転再開当初から高負荷稼働を継続している。平成12年の運開以降、経験のない操業であり、ボイラー炉内付着クリンカの成長による不具合や排水処理設備負荷増対策、石炭灰処理管理の徹底等の課題を克服しながら、定検工事での設備保全強化施策により電力供給責任を果たすべく、安全・安定運転に邁進しているところである。

6 振返り、今後に向けて

3月11日の東日本大震災で東北地方は広範囲で被害を受け、電力供給面でも全復旧には、まだ時間を要すると見られている。このため、釜石IPPは平成24年度についてもベースロード運転が想定されており、今後も電力供給を支えるべく貢献していきたい。

さらに、今回の災害を振り返ると、想定外の地震と津波であったものの、発電設備の被害が少なくてすんだのは幸運もあったと考えている。従って、さらに大きな地震や津波を想定した設備対策の検討（特に非常用電源の確保）、避難訓練の徹底等にも取り組んで行きたい。

最後に、ここまで復旧できたのは、自ら被災しながらも懸命に努力した工場・地元関係者の皆さん、新日鐵グループ、東北電力、太平洋セメント、プラントメーカー、協力事業者の支援のおかげである。ここに深く御礼申し上げ、結びの言葉とさせていただきたい。

（2012年2月21日受付）