維持・運搬

★ 坑道維持技術は今後ますます重要となろう。技術の開発と併せて骨格造成に考慮することも肝要である。
運搬技術は自動化の取組み易い技術であり、この普及を推進すべきである。

〔 3-1 〕 概 説

Review on Roadway Maintenance and Transportation

佐 谷 正 幸¹ 高 木 栄²
Masayuki SATANI Sakae TAKAGI

I. 坑 道 維 持

1. は じ め に

国内の炭鉱では、年々坑内作業現場が深部化あるいは広域化しており、坑道維持が重要な課題となつている。第1図は、国内各炭鉱における年度末維持坑道長1m当りの年間拡大盤打工数と平均稼行深度の関係を表わしたもので、1977～'79年の平均値である。同図では、一般に深部化の進んだ炭鉱ほど坑道維持に多くの工数を費しているが、三池・池島・三井砂川では坑道維持状況が他の炭鉱と比較して良好であり、逆に、高島・南大夕張・夕張新炭鉱では平均稼行深度の割に坑道維持状況は悪い。これらは、地質状況、採掘方式等の差異によるものである。

悪化する坑道状況の対応策として、鋼材部材の重量化（一部炭鉱ではSMI 125、34.7kg/mの部材が主流をなしている）、枠間

第1図 平均採炭深度と拡大盤打工数

を狭くする、拡大・盤打作業の機械化、袖巻充てんの強化、坑道設定箇所を選定等の従来技術の改善に加え、ボルト打設、コンクリート吹付け、岩盤固結等の現場適用技術の開発も進められた。さらに、鉱山用I形鋼部材以外の鋼材部材の検討、模型を用いての坑道変形に関する基礎研究も実施されている。

2. 盤打作業の省力化

盤打作業は最も日常的に行なわれている坑道維持作業であるにもかかわらず、そのほとんどを人力にたよっていた。この作業の省力化と能率向上を旨として'79年より石炭技術研究所（石炭技研）が中心となり4種類の盤打機の開発を行なった。これら4種類の盤打機の開発の経緯、仕様、現場試験結果については本号で紹介されているが、現場試験段階を終了し、既に実用段階に入つて来ている。現在これらの盤打機は、赤平、三井芦別、三井砂川、高島、池島の各炭鉱で稼働している。

3. ボ ル ト 打 設

'73年に坑道支保改善の方法として、初めて接着支保ボルトが炭鉱坑内で使用され、その適用性が調査された（試験現場は高島炭鉱、三井砂川炭鉱）。その後、三池、三井芦別、夕張新、南大夕張の各炭鉱において各種ボルトを用いた試験が実施された。特に坑道維持に問題のあつた夕張新炭鉱では、側壁、天井部へのボルト打設のみならず、下盤への長尺ボルトやコンクリート吹付けと併用する試験も行なわれた。と同時に、ボルト打設能率および坑道掘進能率の向上を目的として、ボルトセッタの開発が石炭技研により行なわれ、現在3炭鉱で稼働している。このボルトセッタの詳細についても本号で紹介されている。

ボルトの打設が坑道維持上効果的であることは現場的に確認されているが、打設効果を定量的に把握し、地質状況や坑内骨格構造に見合った打設規格の確立が今後望まれている。

4. 袖巻充てん強化

従来緩傾斜および中傾斜層の採炭坑道の維持方法としては、保安炭柱を残す方法や、払跡に崩落したボタを人力で積み上げる手積み充てんが行なわれてきた。しかし、'70年代に入り、フライアッシュまたは選炭スラッジを水力で輸送して袖巻充てんを形成する方法に切り替えられてきた。さらに、脱水後の天盤と充てんとの空隙を小さくし、充てん自体に強度をもたせる目的で、フライアッシュや選炭スラッジの混合液に、セメントを混ぜて充てんする方法が試みられ成果を上げている。

1. (財) 石炭技術研究所第一研究部保安技術第二研究室長
2. (財) 石炭技術研究所第一研究部生産技術第二研究室長

また一部急傾斜欠口切羽の肩坑道維持の目的で、研充てんに加え選炭スラッジ、セメント混合液を充てんする方式が採用され効果を上げている。

5. 坑道設定位置・時期の選定

深部移行に伴い増大する地圧の作用あるいは採炭切羽の先行圧の作用を回避する目的で、採炭により地圧の解放された区域に坑道を設定する方式が試みられている。例えば、南大夕張炭鉱での盤下追掛方式、高島炭鉱における肩坑道追掛方式、太平洋炭鉱における払跡ライナ坑道等がその例であり、いずれも坑道維持上良い結果を得ている。

6. そ の 他

上記の外、石炭技研では地層模型試験装置を赤平研究室に設置し、坑道の変形、ボルト支保の効果、袖巻充てんの効果等の基礎的研究を行なっている。同様の研究は九大、東大においても実施されている。さらには、鉱山用I形鋼に代わるH形鋼支保の試作やI形鋼用の可縮継目板の試作も行なわれているが、いずれも研究段階である。ウレタンによる岩盤固結は、最初幌内鉱で試みられ、石炭技研により'76年から、幌内鉱、夕張新鉱、赤平鉱、釧路鉱、高島鉱において基礎研究が行なわれた。その後も幌内鉱、夕張新鉱、赤平鉱等においては継続的に実施され、また近年真谷地鉱では止水をかねた岩盤固結にウレタンが使用されている。

II. 運 搬

1. は じ め に

'60年代の運搬技術における最大の変革は、大容量、長スパンのベルトコンベヤが急速に導入され定着したことである。その後'70年代には、画期的な運搬技術の発達は見られないが、センサー技術、伝送技術、エレクトロニクス等周辺技術の発達に伴い、保安と生産の省方面での要請による運搬の集中監視、自動運転、遠隔操作が普及した。その他には、'55年頃使用されその後姿を消したディーゼルロコが、衣替えをして、炭鉱の深部化、奥部化に対処するため高速、大容量運搬を目指してバッテリーロコに替るものとして注目されている。また炭鉱の深部化、奥部化に対応する運搬の合理化工事が三池、三井芦別、太平洋、池島炭鉱等で実施された。

2. 集中監視、リモコン化

2-1 ベルトコンベヤの集中監視・制御

'70年8月営業出炭開始した南大夕張炭鉱は坑内外設備の集中監視制御、保安計測監視の自動化を目的として中央管制室を導入し、その中にベルトコンベヤの監視装置も組込まれた。その後各炭鉱とも逐次中央管制装置を導入し、主要全炭鉱に普及するに至った。ベルトコンベヤの集中監視、制御内容は監視、遠隔操作、自動運転に大別されるが、各炭鉱とも大同小異であり、一例として三井芦別炭鉱深部揚炭ベルトの監視・制御設備は第1表の通りであり、テレビを含む15項目を監視している。各炭鉱ともこれによつて事故の予防、早期復旧、省力化等に成果をあげている。更に出炭量の変化に合わせてコンベヤ運転速度を調整する省動力化の試みもなされている。

2-2 斜坑巻の自動化リモコン化

大型斜坑巻は通常巻線型誘導電動機が使用され、その運転はピン切り、ピン差し等の巻立操作が必要なため、運転手は棹取からの単打信号を判断して操作している。そのため信号の聞き違い

第1表 監視設備一覧表

監視項目	警報 ブザー	しや断	監視 表示	備考欄
ベルト片寄り	○		○	検出器5組
ベルトスリップ	○	○	○	スリップリレー
ベルト、フィーダ 過負荷	○	○	○	サーマルリレー
ベルトテークアップ	○	○	○	リミットスイッチ
シュート詰り	○	○	○	レベルスイッチ
ベルト縦裂	○	○	○	微電流リレー
メタル加熱	○	○	○	センスビーと微 電流リレー
電磁ブレーキ不良	○	○	○	リミットスイッチ
リアクトル投入 不良	○	○	○	タイムリレー
火災	○		○	差動式温度感知 器
非常停止	○	○	○	8個
炭量表示 (ポケット)			○	満・中・空、ポケ ット3箇所
電流計			○	2台
B.C.・Feの 運転・停止 レベ			○	ランプ表示
			モニター	3セット

によるトラブルがあり、また脱線直しや函の入替等複雑な操作を迅速に思い通りにできない不便があつた。これらのトラブル防止と運搬の省力化のために、石炭技研では、'76年、'77年度にわたり、三井芦別第二坑副卸350kW斜坑巻を棹取によるワンマンリモコン方式に改造して実操業に供した。

この改造巻は駆動用に75kWモータ(新設、巻線型、リアクトル制御)と175kW×2モータ(既設、巻線型、金属抵抗制御)を新設のスーパー・インボウズ遊星歯車減速機に接続し、これにリニア・モータ制動装置を組合わせて、安定した低速、中速、高速とスムーズな加減速制御ができるようにしたものである。なお、リモコン用の制御信号は従来通りの単打信号をそのまま使用し、本線部分の自動運転は深度指示計に取り付けたリミットスイッチ、軌道内のレールスイッチで行なうとともに、スケジュール解除用フレキシブル型リミットスイッチ(50m間隔)、復帰用押ボタン式スイッチ(100m間隔)を取付け運転の安全が図られた。更に'78年にはスケジュール解除用に超短波誘導無線装置を付加し安全性が向上した。

その後三井芦別炭鉱は芦別斜坑巻(新設、人車・材料巻)にこのリモコン方式を採用し、釧路炭鉱でも、'79年4月新設運転開始した中央第2斜坑700kW巻に自動運転方式を採用した。また高島炭鉱10卸の新設600kW巻もこの方式で'83年3月に稼働開始予定(仮巻)である。その他、棹取と巻運転手の間の従来の引綱または押ボタン式信号の無線方式化は南大夕張巻その他で多く採用され安全性の向上に寄与している。

2-3 立坑巻の自動化

立坑巻のスキップ巻は早くから自動化され、運転状態は管制室に表示し、積込排出状況はテレビで監視されているが、三井砂川炭鉱のスキップ巻は自動検量を行なっている('65年頃)。そのほかこの方式を採用している炭鉱は多い。

2-4 エンドレス巻のリモコン化

釧路炭鉱では末端坑道の運搬にはテール巻を用いていたが、'80年に石炭技研の協力を得、これに代りリモコンのエンドレス巻を採用した。このリモコンはラジオコントロール設備を用い、送信器は3チャンネルで、正・逆運転信号はデッドマン方式で、3段階の順次スピード切替(15m/min, 30m/min, 60m/min)も可能である。この方式の採用により、運搬段数の減少、ワイヤロープ保護とともに、運転手減による省力化ができた。

2・5 バッテリーロコのリモコン化

バッテリーロコ操車のワンマン化による省力化と、運転手～棹取間の信号ミスによる事故の防止を目的に、'74年石炭技研は芦別炭鉱との共同によりリモコンバッテリーロコを開発した。本機は棹取の携行する無線操縦装置（FM変調誘導無線方式）で操作される。操作機能は、手動操作と同様に、前・後進切替、ノッチ1・2・3、強・弱ブレーキ、砂撒きの8要素を持つている。更にフェールセーフ方式によるブレーキのON・OFF、後押しの場合のロコと先導車の組合せ等により安全性の向上が図られ、充てん作業や炭積み作業に定着した。

2・6 その他

芦別炭鉱の坑内充てん研積込みのG・M・Cによる自動化、赤平鉱の油圧式自動チップラー等が挙げられる。

3. ディーゼルロコ

ディーゼルロコは'55年以降片盤運搬等かなり使用されたが、排気ガスによる坑気の汚染、保守管理要員不足等の問題から簡便なバッテリーロコにとつて替られ、国内からは姿を消した。その後、防爆エンジンの効率向上、排ガス処理技術の改善、駆動方式のトルクコンバータから油圧方式（オイルポンプとオイルモータ）への転換等各種技術の向上の結果、バッテリーロコに較べて、1）全効率がよい、2）速度、牽引力を大きくできる、3）燃料の軽油は大量のバッテリーより安全である等の有利な面が目立つようになり、従来より改善された形で再登場することとなった。

諸外国では既に多数使用されているが、釧路炭鉱では、1）現

行水平主要運搬の速度向上と安全性向上（バッテリーロコの代替）、2）将来の問題として、深部化、奥部化の場合のトロリーロコの代替と定置式機械のノンケーブル化の基礎固めの目的で、'82年11月に西独製のディーゼルロコを中央西一片材坑道の入車、材料運搬に導入した。導入に際しては、彼我防爆検定基準のギャップを埋める技術的努力が必要であつた。本機の概要は次の通りである。

1）メーカー：ルアターラ社、2）重量：10 t、3）寸法（mm）：5,300長×930幅×1,650高、4）馬力：94 HP、5）速度18 km/h。なお石炭技研では来る6月には国産のディ+セルロコを赤平炭鉱で試験する予定で準備中である。

4. そ の 他

1）人員輸送ではロープリフトが'72年頃から各山の昇り入道に用いられ、定着し、三池の宮浦鉱（'74年6月）、その他ではマンベルトが使用された。また高島炭鉱、三池の四山鉱（26 tトロリー、18 km/h → 24 km/h）では水平入車の高速化が行なわれた。2）局部運搬としては西独製のモノレールが赤平炭鉱の自走棒運搬（'77年頃）、三池三川鉱のクレーン移設（'77年8月）、南大夕張炭鉱の500 mm大口径採掘機の本体およびロッド運搬（'82年）にそれぞれ用いられたが、各炭鉱の普及には今一步の観がある。3）試験段階のものとしては、ディーゼルトラック（'77年、石炭技研、三池四山鉱）、防爆バッテリーワゴン（'75年、石炭技研、三池四山鉱）、コンベヤの液圧駆動（'82年、石炭技研、高島炭鉱・砂川炭鉱）等が挙げられる。

〔3-2〕 南大夕張炭鉱における骨格構造の改善

照 沼 真 文¹

1. ま え が き

三菱南大夕張炭鉱は、昭和41年10月開発工事に着工、昭和45年8月営業出炭を開始し、今日まで13年間にわたりほぼ順調に操業を続けている。現在の生産規模は、年産100万t、4払体制で原料炭生産を主体としている。

当鉱は地質構造が複雑で、断層褶曲が多数介在し、炭盤は脆弱で、炭層には多量のメタンガスを包蔵しており、採掘条件はきわめて厳しいものがある。このような劣悪な自然条件のもとで、骨格構造を整備し、地山ガス抜きを徹底的に実施して後退式採炭切羽を維持して来た。その間坑道維持を中心に幾多の問題点に遭遇し、改善を重ねて来た結果、採掘区域の深部移行にも拘わらず、坑道維持状況は逐次好転し、生産保安の確保に寄与している。

2. 炭 鉱 概 況

2・1 地質状況

当鉱は石狩炭田の南端に位置し、鉱区は東西6 km、南北9 kmにわたる。

地質は白亜紀層を基盤とし、その上位に累重する古第三紀石狩層群、および幌内層より構成されている（第1図参照）。

地質構造は、造山作用による東方よりの強大な横圧力により過

褶曲構造を呈し、西より遠幌、南大夕張、大夕張の3大向斜を形成している（第2図参照）。

当鉱の当面の稼行対象区域は、中央部の南大夕張向斜順層部で稼行対象炭層は上層、本層、下層の3層であり、傾斜は15～45°で褶曲が多く多数の断層が介在している。

2・2 坑内構造

（1）基幹構造 基幹構造は、地質、炭層賦存状況および立地条件等を考慮し、可能な限り良質岩盤である幌内層、若鍋層内に設定する方針のもとに、4斜坑、1立坑の組み合わせ方式とし、SL-125 mに本片坑道および本片連坑道を設定し、斜坑、立坑相互の連けいを図つた（第3図参照）。

（2）区画構造 本片坑道より盤下卸をほぼ500 m間隔に設定し、片盤盤下坑道を60～80 mの水準間隔で展開、立入坑道、盤上坑道、沿層坑道等により区画構造を構成している。

当地区の宿命として、区画構

層 序	柱 状	層 向
白 亜 系	幌内層	60°
古 第 三 系	若鍋層	70° 160°
	夕張層	150° 180°
	横加別層	10°
	登川層	30°
白 亜 系	トイ統	40° 50°
	浦河層	100°

第1図 地質柱状図

1. 三菱石炭鉱業株式会社南大夕張炭鉱所副所長