

파키스탄 시니오트 철광 평가 - 해외자원개발 사례연구

김민규¹⁾

1. 서론

필자는 한국국제협력단 사업의 일환으로 2000.10.10부터 6주동안 파키스탄 편잡주의 편잡광업개발 공사(The Punjab Mineral Development Corporation)에 파견되어 편잡주의 시니오트에서 발견된 철광체의 개발 타당성에 관하여 자문 업무를 수행하고 돌아왔다. 본 연구는 이 자문업무의 결과이며, 해외자원기술개발이라는 새로운 자원기술개발의 방향을 제시할 목적으로 본 결과물을 발표하고자 한다.

2. 광체 및 개발타당성 평가

광상규모 및 매장량 : 치노오트는 라호르에서 150킬로 북서부에 위치하고 있는 도시로서 해발 200m의 편잡평원의 농경지대인데 철광상은 열수광상으로서 평균 150m에 달하는 두꺼운 층적층으로 덮여있다. 시니오트 평원의 연중 평균 기온은 30도 이상이며 6-8월 중에는 대기 온도가 45도를 넘어서는 경우가 빈번하다. 치노오트의 철광은 파키스탄의 지질조사소에 의해 발견이 되었고 현재는 편잡자원개발공사가 개발을 담당하고 있다. 광체는 암석과 광물로 구성되어 있으며 북서쪽 25-30도 방향으로 주향이 발달하고 있으며 광체는 65°의 급격한 경사로 기울어져 있는데 주향의 길이는 700m, 두께 200m, 높이 300-400m이며 부존가능 심도는 지하 460m로 예상된다. 철광의 총매장량은 약 1.1억 톤 정도이며 품위별로 계산된 부존량을 부존평가의 신뢰성에 따라 매장량을 구분하면: /확정매장량(measured reserves)=14 백만톤/ 추정매장량(indicated reserves)=50 백만톤/가능매장량 (inferred reserves)=46 백만톤으로 판단된다.

이 매장량은 14개의 조사 시추공에서 얻은 결과이지만 광체를 경계를 확정하고 형상을 파악하기에는 시추공의 간격, 깊이, 빈도수가 부족하다고 판단된다. 자료를 확인해 보면 14개의 시추공들은 철광의 부존자체를 확인하는데 치중을 하여 시추비트가 철광에 도달하면 시추를 중단하여 현재 치이노트에서의 시험시추는 심도가 충분히 연장되지 못한 상태여서 확정매장량은 상대적으로 저평가되어 있고 매장량 평가의 신뢰성을 떨어뜨리고 있는 것으로 판단하였으며 본격적인 타당성 조사가 시행되면 최소한 5개의 신규 시추와

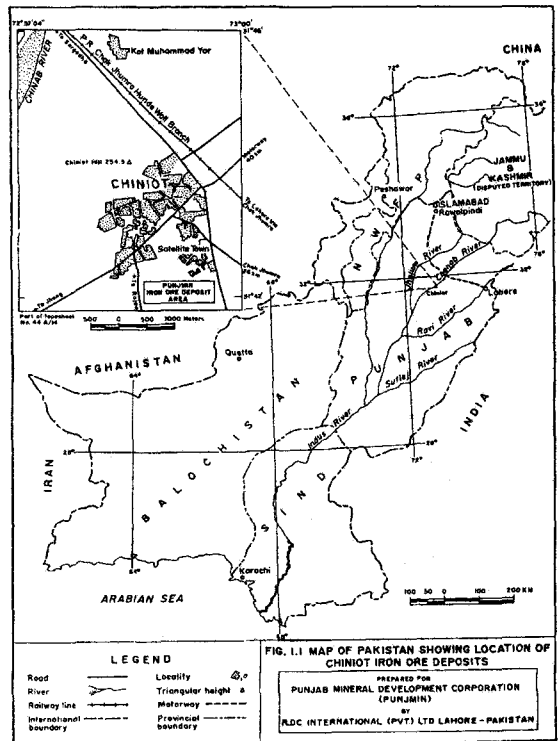


그림 1 파키스탄 시니오트 철광의 위치

개의 연장시추가 추가로 이루어져야 할 것으로 보인다.

채광설계 : 부존여건을 살펴본 결과 노천채광(open-pit mining)은 부적절한 것으로 판단되었으며 이 대신 수평 분할채굴적채광법(sub-level stoping method) 혹은 하부층진상향채굴법을 유력한 채광법으로 추천하였다. 광체와 지질의 특성상 총적층을 관통할 수 있는 특수 수갱건설기술로 동결법을, 지하수의 유입을 최소화할 수 있는 갱내수 관리기술이 요구하였다. 치이노트 철광의 매장량을 가장 경제적으로 채광할 수 있는 연간 생산량은 1.8백만톤으로 추정하였다. 이 생산량은 총매장량 110백만톤을 회수율 80%, 광산의 가행기간을 50년으로 가정하였을 경우에 계산되어지는 생산량으로 이를 위해서는 일일 생산량은 5,000톤을 유지할 수 있어야 한다. 광산전체에 소요되는 인원을 최대로 보아 직접부:간접부=1:2으로 유지하면 약 1700명으로 추산되었다. 이 인원은 보강부, 운전공, 기계공, 전공, 선광장을 유지하는데 필요한 인력, 행정, 사무원, 운전원, 급사 등을 포함한다.

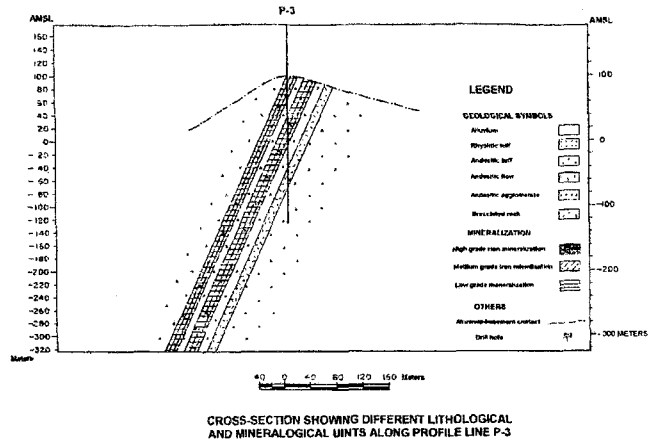


그림 2 파키스탄 시노트 철광상, P-3공 해석

선광시설 : 치이노트 철광상의 추정매장량 에서 Fe_2O_3 가 85% 이상인 최고품위(smelting grade) 철광 11백만톤은 괴상철광(lump ore)으로 바로 카라치에 있는 파키스탄 제철소로 보내 제련을 할 수 있다. 그리고 Fe_2O_3 가 70-85%인 고품위 철광 중 20%는 최고품위 철광과 섞어서 파키스탄 제철소에서 제련을 할 수 있다. 그러나 Fe_2O_3 가 70% 보다 작은 중저품위 철광은 선광을 하여 품위를 높여야만 제철소에서 제련을 할 수 있다. 선광에 의해 품위를 높여야만 제련이 가능한 철광의 매장량은 약 97백만톤이다. 시노트의 철광석은 자력분리(magnetic separation)와 부선(flotation)에 의해 선광이 가능하다고 보고되었다.

제련시설 : 선광에 의해 품위가 높아진 철광석은 분말형태로 되기 때문에, 괴상을 요구하는 고로타입(blast furnace)의 제련소에는 적합하지 않아서 별도의 전기로환원방식(DRI-EAF)의 제철소가 필요하다. 현재 파키스탄에는 이러한 시설을 한 제철소가 없기 때문에 치이노트 철광을 개발하기 위해서는 선광 후 분말형상의 정광을 처리하는데 필요한 전기로환원방식의 제철소의 건설이 불가피하며 이 전제조건이 치이노트 철광개발을 어렵게하는 요인으로 작용하고 있다. 그러므로 기술경제 타당성조사에서는 치이노트 철광을 개발하는데 소형의 제철소의 건설이 불가피한가를 다루어야 하며 만일 건설이 불가피하다면 소형제철소의 기본 설계와 건설에 소요되는 비용을 다루어야 한다.

파키스탄에는 연산 7십만톤 규모를 철강을 제조할 수 있는 170개의 소형 전기로들이 있다고 알려지고 있다. 치이노트에 제철소를 건립하게 되면 편집주와 NWFP주의 중부와 북부에 산재하고 있는 많은 전기로제련시설(furnaces)들이 철광공급의 혜택을 누릴 수 있다. 이로부터 새로운 연관산업의 발전이 기대되며 국민총생산(GNP)을 증가시켜 지역경제의 성장에 크게 기여할 것이다.

예상수익 : 예비타당성조사 보고서 의하면 치이노트 철광은 연간 1.8백만톤 씩 50년간 가행을 할 경우를 가정하면 광산 개설비는 약 1200백만루피(24백만달러:240억원), 철광 1톤당 500루피(약10달러) 정도의 생산비가 들 것으로 추정된다. 최고품위 철광과 선광 및 소형제련소를 건설할 경우 1.1억톤의 철광의 개발가치는 10억불 정도로 추정되며 총 7억5천만 불의 수익이 예상할 수 있다.

파급효과 : 치노오트의 철광은 광체의 규모가 크지 않고 품위가 높다고 할 수 없다. 그러므로 국제적인 경쟁력이 있지는 않다고 판단된다. 치이노트는 철도, 도로, 전력, 가스, 용수 등의 자원과 사회간접시설이 완비되어 있고, 대도시와 인접하고 있어 충분하고도 저렴한 노동력이 공급이 가능하다. 그리고 카라치에 있는 파키스탄 제철소에서 매년 180만톤의 철광을 수입하고 있으므로 치노오트 철광은 자국 내의 수요를 확보하고 있으므로 내수를 충당하기 위하여 최소한 연산 40만톤 이상의 철광산을 개발하면 향후 25년 이상을 가동할 수 있다. 치노오트 철광이 개발될 경우 파키스탄 편잡주정부에서 기대되는 효과는 1)철광수입대체로 매년 1천2백만 US\$ 외화절약, 2) 2천명 이상의 직/간접 인력에 대한 고용 창출, 3) 연관 산업의 발전 등이다.

3. 결 론

해외자원개발은 미국, 일본 등의 선진국의 대자본에 의해서 대규모 생산을 목표로 광산의 대형화가 이루어지고 있으며 국제적으로 유망한 광구는 이들이 선점하고 있어 국내의 사업가가 해외자원개발에서 확보할 수 있는 유리한 조건을 갖춘 광구를 확보하기란 매우 어렵고 더구나 소자본과 기술부족으로 효과적인 해외자원개발을 해내기가 매우 어려운 실정이다. 그러나 본고의 파키스탄 시니오트 광산과 같이 비록 규모가 작고 품위가 높지 않더라도 자국의 수요를 충족시키기 위한 해외자원개발은 예상외의 수익을 기대할 수 있다.

우리나라는 의 해외광업분야 투자액은 1978년 전체 해외투자액의 0.9%인 39만 달러에서 시작하여 1982년부터 시작한 유연탄 개발의 활발한 진출과 1984년도의 유전개발탐사에 대한 성공불 융자방식 도입으로 해외유전 개발이 활발히 추진되면서 크게 증가하였고 1997년 말에 해외투자의 잔존투자 누적액은 총 11억4백만 달러로 총 해외투자 164억3천7백만 달러의 6.7%를 점하고 있다. 1977년 말부터 1997년 말까지 해외자원개발 총 진출 사업은 182개 사업으로 이중 64개 사업이 종료되었으며, 추진 단계별로는 조사사업이 56개, 개발사업이 62개 사업이다. 그동안 우리 경제의 해외투자 여력의 증대 및 북방권 자원보유국의 개발화 영향 등으로 민간기업의 해외자원개발 진출이 활기를 띄고 있는 실정이다. 그러나 현재까지 성사된 해외자원개발에서 투자비를 회수한 예가 많지 않는데 이는 개발초기에 광체 평가 및 이에 합당한 개발설계와 이를 실행한 해외자원기술이 부족하여 발생한 결과로 판단되며 이를 개선하기 위해서 국내의 자원기술개발 방향이 해외자원개발을 지원할 수 있는 방향으로 추진되어야 할 것이다.

주요어: 개발타당성 평가, 광상규모, 매장량, 채광설계, 선광시설, 제련시설, 예상수익, 파급효과

1) 한국지질자원연구원