

예방보전으로 이행하는 유럽에서의 철도보선 방식



ㅣ 서 사 범 ㅣ
삼표이앤씨(주) 기술연구소장
공학박사 · 철도기술사

1. 머리말

유럽에서의 보선사정은 IT기술, 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지의 발달에 따라 검사의 고도화, 데이터 처리의 신속화가 도모되어 오늘날 크게 변모되고 있다.

기술의 발전에 수반하여 업무의 고도화, 효율화가 도모되는 것은 당연하다고 말하지만 유럽의 보선에서는 단순한 선로보수기술의 고도화가 아니라 이에 수반하여 큰 구조적 변화가 일어나고 있는 중이며, 그에 걸맞은 기술자의 육성이 이루어지고 있다.

본고에서는 영국에서의 예방보전의 고려방법이나 그 실례, 기술자 교육 등을 중심으로 우리나라와의 대비를 염두에 두고 유럽에서의 보선사정의 변화에 대하여 논의한다.

2. 예방보전방식

유럽의 보선사정에서 최대의 변화는 시간베이스(time based)의 사후보전형 보수방식에서 컨디션베이스(condition based)의 예방보전형 보수방식으로 보수방식이 이행되어 오고 있는 점이다.

예방보전자체는 새로운 개념이 아니고 기계설비

의 보수나 건물의 관리 등에서도 사용되고 있지만, 이른바 철도보수의 분야, 특히 보선부문에서 의식된 것은 수년(數年) 전의 일이다.

우리나라 보선분야에서의 보수방법은 오랫동안 사후보전형 보수방식으로 이루어져 왔었다. 예전부터 계속되어온 것은 궤도변위(궤도틀림)의 “정비기준치 방식”이다. 정비기준치는 그 이상의 변위가 있으면, 열차탈선 등의 위험성이 있는 변위(이를테면, 45mm/10m)가 어떤 확률 이상으로 발생되지 않도록 궤도정비가 이루어지기까지의 일정한 시간적 여유(이를테면, 15일)를 고려하여(즉, 변위진행의 최대에 가까운 값을 고려하여) 정하여져 있다. 이를테면, 불안정구간 “16mm/30m 현”이라고 하는 값이다.

따라서 현장에서는 궤도검측차 등으로 이 값을 넘는 궤도변위가 발견된다면 15일 이내에 정비하여야만 한다고 되어 있다.

이 방식은 탈선할지도 모르는 변위를 발생시키지 않도록 방지한다고 하는 점에서는 “예방적”이라고 말할지도 모르지만 일정한 정비기준치를 넘은 후에 보수작업을 한다고 하는 점에서는 “사후보전적”이라고 할 것이다.

또한, 일반철도의 경우에 궤도검측차를 이용한 동적검사는 3개월에 한번이라고 하는 빈도로서 그 동안의 궤도변위의 동적변화를 정확히는 알 수 없기 때문에 현장기술자의 순회검사나 과거 궤도변

위 진행의 데이터 등으로부터 유추한다고 하는 방법으로 추측할 수밖에 없다.

이 기준치 방식은 전용의 궤도검측차를 운용하여 검사하는 방법이며, 데이터도 아날로그가 주체이었던 점에서 종래는 이 방법밖에 취할 수 없어 유럽에서도 지금까지는 이 방법으로 선로를 보수하여 왔었다.

그렇지만, 가속도를 사용한 관성측정법에 의한 동적 궤도변위 검측방법의 개발과 퍼스컴 등에 의한 데이터처리 기술의 발달에 따라서 고빈도의 검측이 가능하게 되고 그 데이터도 디지털화하여 현장에서도 컴퓨터로 처리하는 것이 가능하게 되면 이 상황은 일변한다.

가속도계를 이용한 관성측정방법은 지금까지와 같은 전용의 궤도검측차를 이용하지 않아도 영업열차의 대차에 가속도계를 설치함으로써 동적 궤도변위의 취득이 가능하게 된다.

따라서 매일이라도 동적 궤도변위의 측정이 가능하게 된다. 이 데이터 량은 팽대하게 되지만, 이제는 PC레벨로도 그 데이터를 처리할 수가 있으므로 동적 변위가 1m 단위로 측정된다고 하면, 1m마다의 선로에 대해 정확한 궤도상태가 파악되고 또한 궤도변위 진행 등도 계산되는 것으로 된다.

그 결과, 지금까지는 과거의 경험이나 데이터 등으로부터 러프(rough)하게 ‘추측’ 밖에 할 수 없었던 어떤 시점에서의 선로상태(궤도변위)를 정확하게 예측하는 것이 가능하게 된다. 즉, 개개의 (예를 들어, 1m 마다의) 선로상태(컨디션)를 정확하게 알 수 있게 됨에 따라 어떤 일정한 레벨의 궤도레벨로 되기 전에 최적의 타이밍에서의 예방적 보수작업이 가능하게 된다. 즉, 현장에서 생(生)데이터를 직접 활용함에 따라 저(低)비용으로 대단히 질이 높은 보선작업을 실현할 수 있게 된다. 물론, 그를 위해서는 현장에서의 의사결정을 지원하는 고도의 컴퓨터 시스템이 불가결할 것이다.

또한, 당연한 일이지만 보수작업의 효과, 즉 개선정도나 그 효과의 지속성(종게 유지되는 선로로 만들어졌는가)도 정확하게 알 수 있어 보수작업의 평가나 다음 계획으로의 반영이라고 하는 사이클의 설정이 가능하게 된다.

이와 같이

- ① 고빈도로 동적 궤도변위의 측정
- ② 그 데이터에 의거하여 현장에서의 의사결정으로부터

보수작업을 평가하는 업무 사이클의 구축

- ③ 현장에서의 의사결정 등을 지원하는 컴퓨터 시스템의 구축

등의 3가지가 보선에서의 컨디션 베이스의 예방보전방식(CBM)의 골격이다.

또한, TBM에서 CBM으로의 이행을 고려한 경우에 특히 중요한 것은 현장기술자(책임자)의 역할이다.

CBM으로의 이행은 단지 검사의 방법이나 데이터 처리 방법이 진보되고 보수방법이 고도화되었다고 하는 것뿐만 아니라 현장기술자의 역할이 “사전에 정해져 있는 정비기준에 따라서 사후적인 판단을 한다.”고 하는 발상으로부터 “개개의 선로상태 데이터로부터 장래의 선로상태를 예측하여 예산 등의 제약 중에 스스로 있어야 할 레벨을 설정하면서 최적의 궤도 상태를 만들어내기 위한 최적의 계획을 책정한다. 또한, 보수작업의 효과를 적확하게 평가한다.”고 하는 것으로 된다.

또한, TBM적 발상으로 설정되어있는 현재의 정비기준치 또는 마무리 기준치 등은 의미가 없게 된다(물론, 현실적으로는 사후보전방식을 0으로는 할 수 없을 것이므로 정비기준치는 남게 될 것이지만).

즉, 지금까지는 본사 등의 상위기관이 책정하고 규정 등에 정해진 “정비기준치를 지킨다.”는 것이 현장기술자의 큰 역할이었지만, CBM으로 되면 개개의 현장책임자 자신이 정비의 목표로 되는 값을 설정하는 것으로 되어 현장기술자의 역할이 크게 바뀐다.

따라서 본사와 현장의 권한이나 의사결정의 방법, 당연히 있어야 할 현장기술자상도 크게 바뀌는 것으로 되며, 그런 의미에서 TBM에서 CBM으로의 이행은 지금까지의 보선체계, 현장에서의 의사결정 프로세스, 더욱이 현장기술자의 의식을 근본적으로 재인식하지 않으면 실현되지 않는 것이다.

3. 영국에서의 예방보전 사례

영국에서는 이미 이 방식으로 선로보수를 하고 있으므로 그 구체적인 방법을 소개한다.

영국에서는 궤도 등의 철도 인프라스트럭처는 네트워크 레일회사라고 하는 인프라스트럭처회사가 소유하고 있으

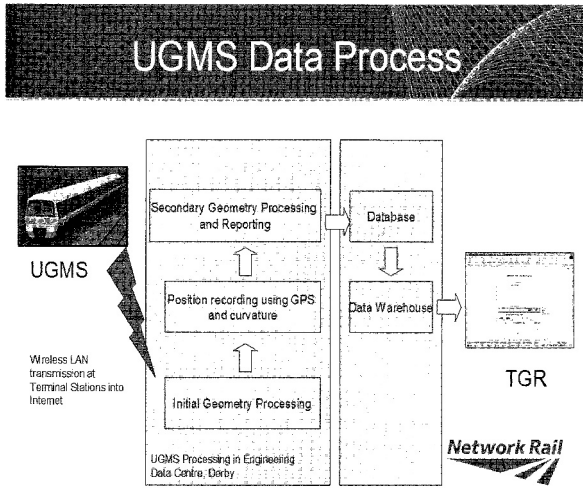


그림 4. UGMS의 데이터처리 흐름

실용화되어 있을 뿐이지만, 향후에 확대하여갈 예정이라고 한다.

(4) 데이터 처리의 흐름과 의사결정(그림 4)

고빈도의 검사와 아울러 CBM 방식의 전제로 되는 것이 데이터 처리와 의사결정 지원시스템이다.

네트워크레일회사는 “취득한 데이터를 어떻게 현장의 기술자에게 알기 쉽게 보이고, 합리적으로 의사 결정시키는가?”에 대하여 여러 가지 궁리를 하고 있다. 팽대한 데이터 중에서 목표로 하여야 할 선로상태레벨(궤도변위를 어느 정도까지 허용하는가)이나 예산의 제약에서 합리적인 판단을 하는 것은 상당히 고도의 의사결정시스템이 불가결하다. 네트워크레일회사는 독자 시스템을 갖고 있는 모양이지만, 유럽에서는 컨설턴트회사 등도 의사결정시스템을 작성하고 있다.

4. 현장기술자에 대한 교육 등

네트워크레일회사에서의 현장기술자 기술교육의 사고방식은 다음과 같다.

- ① 안전이 최우선이므로 안전교육은 모든 교육의 기본(basic)으로 되어 있다.
- ② CBM으로의 이행에 수반하여 현장기술자가 데이터

등으로부터 최적의 계획을 수립할 수 있는 능력이나 판단력을 몸에 익히게 하는 것이 중요하다. 그를 위한 교육이나 현장으로의 권한이양 등을 이행하고 있다.

- ③ 관리자에 대한 교육은 “다른 사람에게 교육을 시킬 수 있다고 하는 능력을 가진 사람”이라고 하는 점이 중요하다. 즉, 단지 연공뿐만 아니라 다른 사람에게 영향력을 발휘하여 지도할 수 있는 능력이 있다고 하는 의미이다. 이것은 관리자란 여러 가지 레벨이나 사고방식이 다른 사람에 맞추어 자기 자신이 생각하면서 모티베이션 업(motivation up)을 촉구할 수 있는 능력이 필요하다고 하는 점을 나타낸다.

또한, 네트워크레일회사는 한 차례 아웃소싱을 한 검사 업무 등을 직할로 되돌린다고 하는 시책을 진행하고 있다. 이 직할화는 경제적인 관점에서가 아니라 아웃소싱으로는 기대할 수 없는 “현장의 상황에 응한 판단력을 가진 사람”을 기대하고 있는 것이다. 네트워크레일회사가 현장기술자에게 기대하고 있는 것은 연공에 따라 단지 지식이 늘어난 경험을 쌓는 것뿐만 아니라 이에 기초하여 “현장실태에 응한 정확한 판단력”, “관리자에 대하여는 그에 더하여 다른 사람에게 영향을 주는 힘”이라고 하는 것이다. 실제의 현장업무에서는 단지 계약, 매뉴얼에만 의지하지 않고 실제로 현장에서 판단하여 그것을 평가함으로써 네트워크레일회사의 정사원으로서의 정확한 판단력을 가진 사원육성을 진행하고 있다.

특히, TBM에서 CBM으로의 이행에 맞추어 연수나 트레이닝에 더하여 실제로 현장으로 권한을 이양하여 의사결정을 시켜 그 결과도 평가하는 구조로 되어 있다. 자기 자신이 판단한다고 하는 환경 중에서 정사원에게 적합한 판단력이 갖추어지고, 그것이 뛰어난 사람 중에서 다른 사람에게도 영향을 미치는 관리자가 육성되어가는 순환이다.

5. 우리나라 보선분야로의 적용

보선의 분야에서 예방보전으로의 이행은 영국뿐만이 아니라 프랑스나 독일, 스페인에서도 진행되고 있다. 이들의 유럽 보선기술자들에게 “TBM에서 CBM으로의 이행에 대하여 어떻게 보고 있는가, 또한 어느 정도 진행되고 있는가?”라고 질문하면,

① 수년전은 CBM의 비율이 거의 0이었지만 지금은 80% 정도로 되어있다.

② 다만, 현장사원이 이것을 제대로 이해하여 운용하여 가는 것이 중요하다. 그를 위하여 현장에 대한 데이터 등을 비주얼(visual)화하여 어떻게 알기 쉽게 나타내는가가 열쇠로 된다.

라고 대답한다고 한다.

요컨대, 유럽의 보선분야에서는 CBM으로의 이행은 당연한 것이라고 의식하고 있으며, 향후는 “어떻게 현장기술자에게 알기 쉬운 형으로 데이터를 제공하여 올바른 의사결정을 하게 하는가”에 관심이 모아지고 있다.

그러나 우리나라의 보선분야에서는 CBM으로의 이행이 아직 뚜렷하게 의식되지 않고 있으며, 그 동안에 유럽에서는 상당히 앞서 나아가버렸다는 인상이 든다.

상기에서도 기술하였지만, CBM으로의 이행은 단지 검사주기의 빈도를 향상하거나 기준치를 개선한다고 하는 것뿐만이 아니라 현장에서의 의사결정 프로세스를 근본적으로 개선하는 것이다. 이것은 현재는 베테랑의 보선기술자가 머릿속에서 행하고 있는 “시시각각으로 변화되는 현장의 상황에 응하여 최적의 수선을 하고 이것을 평가하는 사이클”을 정확한 데이터를 이용하여 적확하게 행하는 것으로 밖에 되지 않는다.

지금까지의 기술로는 TBM밖에 할 수 없었기 때문에 상위기관(본사 등)의 주도에 의한 규정이나 통지(지금까지의 경험이나 데이터, 식견을 집약한 것)를 중심으로 현장에서의 의사결정을 하여왔지만, IT기술의 진보에 따라 현장에서의 적확한 데이터처리가 가능하게 된 현재는 현장에서의 생(生)데이터를 기초로 현장에서 의사결정을 하는 것이 가장 정확하고 적확한 수선을 할 수 있게 할 것이다.

보선의 코어 컴퍼턴스(core competence)는 이와 같은 “현장기술자에 의한 현장에서의 판단, 공리”인 것은 언제의 시대에서도 변화가 없고 그것을 최신의 기술을 사용하는 체제로 하여 재구축할 필요가 있다고 하는 것이라고 생각된다.

우리나라에서는 과거의 열악한 선로상태를 TBM에 기초하는 정비기준방식으로 개선한 강렬한 성공체험이 있기 때문에(당시의 선로상태에서 보면 최적인 방법이었던) 기고 하고 무엇보다도 TBM밖에 할 수 없었던 것이지만) 기술자의 사고방식을 바꾸기가 어려운 환경에 있다고 생각

된다. 또한, TBM으로 이행하기 위해서는 필연적으로 현장으로의 권한이양이 수반되지만 그에 대한 저항감도 강할 것이다.

그러나 테크놀로지가 진보된 현재에도 보선분야에서 CBM으로의 교체를 의식하지 않고 그대로 있는 것은 향후에 더욱 더 시대에 뒤떨어지게 할 것이다.

CBM으로의 이행은 철도시설의 보수분야뿐만이 아니라 원자력 설비, 차량 등의 기계설비, 도로교 등의 토목구조물에서도 진행되고 있다.

보선의 분야에서도 시급하게 여러 외국, 타 분야의 예를 참고로 하여 CBM으로의 이행을 강하게 의식한 대처를 서두는 것이 현재 무엇보다도 중요하다고 생각된다.

6. 맺음말

이상으로 예방보전으로의 이행을 중심으로 기술하였지만, 그 이외에도 유럽에서는

- ① 차량과 레일 간의 인터페이스에 관한 연구를 심도화하여 차량으로부터의 대미지로부터 장래에 어느 정도의 보선작업량(레일삭정이나 레일교환 등)이 필요한지를 예측하는 시스템의 개발(이것도 예방보전으로 이어진다)
- ② 화상처리기술을 사용하여 레일손상이나 체결장치의 검사에 응용하고 있는 사례
- ③ 레일축력을 간이하게 측정하는 방법
- ④ 도상정리기를 사용하여 도상 횡 저항력을 추정하는 방법
- ⑤ 침목 아래에 고무재료를 붙인 경우의 선로보수량 삭감의 연구
- ⑥ RAMS(안전 및 보수성과 안전 등을 조합시킨 신뢰성이론)와 LCC(라이프사이클코스트)를 결합한 최적 보수 계획의 연구

등과 같이 흥미가 깊은 사례가 수많이 있다.

유럽에서도, 우리나라에서도 안전 확보를 최우선으로 하여 보수코스트를 최소로 하고 퍼포먼스(performance)를 최대로 한다고 하는 것은 변하지 않는다.

또한, IT기술 등의 발달에 따라 팽대한 현장에서의 생(生)데이터(동적 궤도변위나 화상데이터)로부터 장래를

정확하게 예측할 수 있고 보수작업의 효과를 올바르게 평가하며, 더욱이는 새로운 이론 등에 의거하여 합리적인 장기적 보수 계획을 책정할 수 있다고 하는 새로운 시대에 돌입하였다고 한다.

그렇지만, 대단히 복잡한 선로의 보수라고 하는 일은 동서양을 불문하고, 또한 시대를 초월하여 모럴(moral)이 높고 뛰어난 판단력을 가진 현장기술자가 수행하여야 하는 것은 바뀌지 않는다고 생각된다. ☺