

제4강 지하 터널공사 리스크 관리 가이드라인(GIRM)

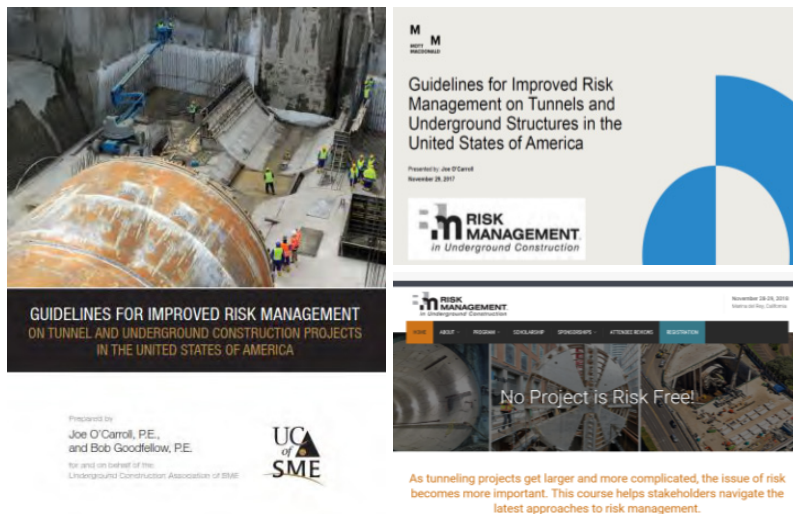
Guidelines for Improved Risk Management on
Tunnel and Underground Construction Projects in USA



김영근
(주)건화 기술연구소
소장/공학박사/기술사

지하터널공사에 대한 리스크 관리시스템은 BTS(영국터널학회)와 ABI(영국보험자협회)에 의해 체계화되었으며, ITA(국제터널협회)와 IMIA(국제엔지니어링보험협회)의 지원하에 국제적

기준으로 발전하게 되었다. 또한 미국에서는 UCA(미국지하공간협회)를 중심으로 터널 및 지하 건설공사에서의 개선된 리스크 관리 지침이 2012년에 만들어지게 되었으며, 이를 지하 터널



〈그림 1〉 Guidelines for Improved Risk Management on Tunnel and Underground Construction Projects(UCA, 2012)

프로젝트에 적용하도록 하고 있다.

본 지침(GIRM)은 리스크 평가 및 관리방법과 발주자, 설계자, 시공자, 보험자의 책임 그리고 프로젝트 각 단계에서의 리스크 관리에 대한 가이드라인을 상세히 제시하고 있다. 제4강에서 UCA(미국지하공간협회)에서 발간한 GIRM을 중심으로 터널 및 지하공사에서의 리스크 관리 지침에 대하여 기술하고자 하였다.

1. 목적(Goals and Objective of This GIRM)

본 개선된 리스크 관리 지침(Guidelines for Improved Risk Management, GIRM)의 목적은 터널, 지하공동, 수직구 및 기타 지하 구조물의 설계 및 시공과 관련된 리스크의 완화 및 관리를 위한 개선된 실무를 증진하고 달성하는 데 있다. 본 지침은 리스크 식별, 프로젝트 계약 당사자와 보험자 사이의 리스크의 할당 그리고 리스크 평가, 리스크 등록부 및 리스크 관리 프로세스를 통한 리스크의 관리와 통제를 규정한다.

또한 본 지침(GIRM)은 모든 프로젝트의 주요 실무의 일환으로 체계적인 리스크 관리를 촉진하는 것을 목표로 하며, 미국 내에서 지리적으로 수행될 수 있는 프로젝트 계획, 설계, 조달 및 시공 단계에 적용된다.

본 지침(GIRM)은 건설 계약 완료이상의 프로젝트의 운영 성과를 제외하지만, 리스크 관리 원칙을 프로젝트의 전체 수명주기에 걸쳐 확장하여 리스크를 해결할 수 있다. 여기에는 공공 의견을 통한 개념, 정치적 및 자금 조달 리스크 그리고 공공과 민간 제휴에 관여하는 발주자(Owner)와 시공자(Contractor)에게 중요한 운영 및 유지보수 비용이 포함된다.

본 지침(GIRM)은 보건 및 안전, 환경 제한, 설계 또는 건설 활동의 후속 이행 등과 관련된 연방, 주 및 지방 법률의 법적 의무, 책임 및 법적 요건을 대체하거나 훼손하지 않는다.

부록에는 프로젝트 참여자가 사용할 최소 성과물에 대한 권장 체크리스트가 포함되어 있다. 그러나 제시된 체크리스트가 완전한 것이 아니므로, 특정 프로젝트의 성과물은 계약 문서에 명시된 프로젝트 요건에 따라 결정된다.

2. 위험요소의 식별(Hazard Identification)

“위험요소(hazard)”은 프로젝트에 영향을 미칠 가능성이 있고 다음과 관련된 결과를 초래할 수 있는 사건으로 정의한다.

- a) 보건 및 안전
- b) 환경
- c) 프로젝트의 설계 및 시공
- d) 공사비 및 공기
- e) 제3자 및 기존 시설

프로젝트가 정치적으로, 경제적으로 또는 환경적으로 민감하며, 공공 의견이 프로젝트 개발에 심각한 영향을 미칠 것으로 예상될 수 있는 경우, 영업권과 평판도의 상실은 평가하기에 적절한 위험 범주가 될 수 있다.

위험요소는 프로젝트별로 식별하고 평가해야 하며, 결과적인 리스크는 계획, 설계, 시공 계약조달, 시공, 시운전 및 규정된 유지보수 기간에 대한 운영 등 프로젝트의 모든 단계를 통해 리스크 평가를 통해 식별하고 정량화해야 한다. 위험요소의 특성(그리고 그에 따른 리스크)은 고려중인 프로젝트의 단계에 따라 달라진다.

“합리적으로 실행 가능한 한 낮은(ALARP)” 수준으로 감소하기 위한 위험요소의 식별 및 리스크 관리는 프로젝트의 계획, 설계, 조달 및 시공에 있어 필수적인 실천사항이 되어야 한다. 합리적으로 실행 가능한 한, 적절한 설계 및 시공 절차를 통해 리스크를 줄여야 한다.

3. 리스크 평가 및 관리 (Risk Assessment and Management)

3.1 일 반

“리스크(위험도)”은 위험요소의 결과/심각성 및 해당 위험요소의 발생 가능성에 대한 곱으로 정의된다. 리스크의 중요성은 어떤 것이 잘못될 가능성뿐만 아니라, 만약 그것이 일어난다면, 그 결과가 얼마나 심각할 수 있는지에 달려 있다. 리스크 평가,

특성화 및 대응뿐만 아니라 제거, 완화, 회피, 이전 또는 수용을 포함한 리스크 관리의 프로세스는 리스크의 소유권을 식별하고 명확히 해야 하며 리스크의 배분, 통제, 완화 및 관리 방법을 명확하고 간결하게 설명해야 한다.

리스크 관리는 다음의 체계적인 과정이다.

- a) 리스크 평가 및 특성화로 공사비, 공기, 환경, 정치적 결정 및 제3자에 대한 영향 측면에서 프로젝트의 결과에 영향을 미치는 위험요소와 이와 관련된 리스크를 식별한다.
- b) 리스크의 특성화 및 정량화(공기 및 공사비 영향 포함)
- c) 리스크를 제거, 완화, 회피, 이전 또는 수용하기 위해 계획된 사전 조치 식별
- d) 계약 당사자에게 리스크 배분
- e) 리스크를 관리하기 위한 개인(리스크 관리인)을 지정

리스크 관리에 대한 책임은 계약서를 통해 관련 당사자에게 명시적으로 배분하여, 리스크가 프로젝트의 계획, 설계 및 관리 단계에서 적절하고 다루어지고, 적절한 재정비용이 만들어질 수 있도록 해야 한다.

리스크를 추적하는 데 사용되는 시스템은 프로젝트의 모든 단계에서 비상조치와 통제를 통한 리스크 관리와 완화를 가능하게 해야 한다.

3.2 리스크 평가

리스크 평가는 예방 및 비상조치에 대한 전략과 함께 위험요소를 식별하고 발생의 결과 및 확률을 평가하는 공식화된 과정이다. 프로젝트의 모든 단계에서 리스크 감소조치를 실행할 수 있도록 리스크 평가 작업을 충분한 시간 내에 완료해야 한다.

리스크 평가 워크숍은 프로젝트의 각 단계 전체에 걸쳐 정기적으로 수행되어야 하며, 그 결과는 프로젝트 리스크 등록부에 요약되어야 한다.

리스크의 발생 확률과 심각도/결과 측면에서의 리스크 평가에 사용할 매개변수는 프로젝트별로 다르며, 검토 대상 프로젝트 단계에 적합해야 한다.

3.3 리스크 등록부

공식화된 리스크 등록부 및 리스크 매트릭스는 프로젝트 당사자에 대한 리스크의 식별, 평가, 특성화, 완화 및 배분을 공식적으로 문서화하는 수단으로 적용되어야 하며, 이를 통해 리스크를 관리해야 한다. 리스크 매트릭스 방법론은 발생 가능성과 심각성의 결합 효과를 하나의 의미 있는 숫자로 효과적으로 평가하여 리스크의 우선순위 설정과 관리를 크게 단순화하는 실용적인 방법으로 사용된다.

리스크 등록부에는 리스크 완화를 위해 이용할 수 있는 비상 조치뿐만 아니라 식별된 리스크의 통제 및 관리에 대한 당사자의 책임(계약 책임과 법적 책임 고려)을 명확하게 표시해야 한다.

리스크 등록부는 언제든지 적절하고 감사 가능한 것으로 지속적으로 검토 및 개정되는 “살아있는(living)” 문서여야 한다. 또한 리스크 등록부는 본 지침(GIRM)의 준수를 증명하기 위해 프로젝트의 수명 동안 감사 가능한 기록을 제공해야 한다.

3.4 리스크 대응

리스크 대응계획은 리스크 관리과정의 중요한 부분이다. 핵심 리스크에 대한 관리 계획(특히 가능성이 낮지만 프로젝트에 매우 높고 잠재적으로 치명적인 영향을 미칠 수 있는 리스크)뿐만 아니라 리스크 완화조치(기술적 및 재무적)를 개발하기에 충분한 시간이 제공되어야 한다.

보험은 리스크가 ALARP 수준으로 완화될 때까지 프로젝트에 대한 리스크 평가에서 1차 대응, 비상대책 또는 완화 조치로 간주되지 않아야 한다.

4. 발주자 책임(Owner Responsibilities)

특히 리스크 프로파일 높은 대규모 프로젝트를 계획, 설계, 시공 및 관리하는 발주자의 능력은 리스크의 전반적인 관리에 있어 가장 중요하다. 이러한 관점에서 발주자를 위한 최소 프로젝트 관리 능력을 확립하는 것은 본 지침(GIRM)의 필수적인 부분이다.

발주자는 다음의 각 단계에서 계획, 설계 및 조달할 프로젝트의 유형, 정도 및 범위에 적합한 기술 및 계약 관리 능력을 보여 줄 수 있어야 한다.

- a) 프로젝트 계획 단계
- b) 설계 단계
- c) 시공 계약 조달 단계 절차(계약 형식 선택 포함)
- d) 시공 단계 및 관리
- e) 시운전 및 시작

이러한 역량은 다음을 근거로 입증하고 평가해야 한다.

- a) 제안된 프로젝트와 관련된 소유자 조직의 기업 역량
- b) 프로젝트에 대한 가용성을 포함하여, 소유자 조직 내 개별 직원의 역량

프로젝트의 어떤 부분에 대한 적절한 경험이 없는 경우, 발주자는 발주자 대표(Owner's Representative)를 임명해야 한다. 발주자 대표자 임명은 구조화된 선정과정 에 기초해야 한다. 발주자 대표 선정 및 임명 기준은 발주자가 프로젝트 시작부터 자신의 능력을 평가하고 다음 사항을 고려하여야 한다.

- a) 회사의 기업 능력
- b) 직원의 역량
- c) 프로젝트에 제안된 핵심인력의 호환성 및 가용성 확인. 핵심 인력의 경력은 공사의 설계, 시공 및 프로젝트 관리를 위해 지정된 인원의 역량을 입증해야 한다.
- d) 현장 및 지반조사의 계획, 조달, 시공 및 해석을 프로젝트 계획 역량
- e) 설계할 터널 프로젝트 유형 및 관련 시공 기술에 대한 역량을 포함한 설계 능력
- f) 설계, 설계 체크 및 검토 절차, 적절한 설계 관련 리스크 평가 및 리스크 등록부 작성 등에 대한 관리(또는 설계-시공 계획의 경우에 조달)와 관련된 능력
- g) 보건 및 안전 설계 관련 문제의 설계 단계과정에서 식별 및

관리와 관련된 능력. 여기에는 프로젝트에 직접 참여하는 모든 개인과 직접 관련된 사항과 설계과정에서 나타나는 제3자에게 영향을 미치는 문제 그리고 적절한 리스크 평가 및 리스크 등록부 준비 등이 포함된다.

발주자(또는 발주자 대표)는 자신이 작성하고 입찰자(bidder)에게 입찰서류로서 발행하는 정보에 대해 모든 책임을 져야 한다. 발주자는 적절한 자격을 갖추고 경험이 있으며 리스크 관리 실무에 능통한 리스크 관리자(Risk Manager)의 임명에 대한 규정이 마련되었는지 확인해야 한다. 리스크 관리자는 위험요소와 관련 리스크의 식별, 수집, 조사 및 조정, 그리고 프로젝트의 각 단계와 모든 단계에 대한 적절한 리스크 평가, 리스크 등록부 및 리스크 대응계획의 개발과 준비를 포함한 리스크 관리 프로세스의 실행을 책임진다. 리스크 관리자는 발주자의 프로젝트 책임자 또는 프로젝트 관리자에게 직접 보고해야 한다.

발주자는 설계 점검, 시공 감리 및 프로젝트 모니터링을 위해 이용 가능한 준비를 해야 한다. 발주자는 프로젝트의 모든 단계를 통해 독립적인 조언을 제공하기 위해 컨설팅 위원회(Consulting Board)와 주제 전문가(Subject Matter Experts)의 사용을 고려해야 한다. 프로젝트 진행 중에 발주자는 발주자, 설계자(Designer), 시공자간의 보고 구조와 소통 라인을 식별하도록 하고, 특히 리스크 관리자의 역할과 권한을 보여주는 전반적인 관리 조직도(Management Organization Chart)를 개발하고 유지해야 한다. 이 조직도는 정기적으로 검토해야 하며 주요 인력에 대한 변경이 있을 경우 업데이트해야 한다.

발주자는 앞에 명시된 규정에 따라 리스크 기록부를 유지해야 한다. 발주자는 설계자와 시공자의 계약에 요구되는 리스크 관리 프로그램을 구현하기 위한 규정이 포함되어 있는지 확인하는 것을 포함하여 프로젝트의 모든 단계에 걸쳐 리스크 완화, 대응 및 관리 전략을 통합한 프로젝트 리스크 관리 계획(Project Risk Management Plan)을 준비해야 한다. 발주자는 시공자가 프로젝트를 완료하기에 충분한 시간을 계약에 허용해야 한다. 발주자는 본 지침(GIRM)에 언급된 역할 및 책임과 관련된 기타 모든 사항을 고려해야 한다.

5. 설계자 책임(Designer Responsibilities)

설계자는 설계 서비스를 수행하도록 계약되는 프로젝트의 유형, 범위 및 단계에 적합한 입증 가능한 기술 및 관리 역량을 보유해야 한다. 이러한 역량은 다음을 근거로 입증 및 평가되어야 한다.

- a) 제안된 프로젝트와 관련하여 회사의 기업 능력
- b) 프로젝트에 대한 가용성을 포함한 직원 개인의 역량

설계자는 설계 서비스를 수행하기 위해 계약되는 프로젝트의 유형, 범위 및 단계에 적합한 리스크의 평가 및 관리에 있어 입증 가능한 경험을 가져야 한다. 설계자는 적절한 자격을 갖추고 경험이 있으며 리스크 관리 실무에 유능한 리스크 관리자의 임명에 대한 규정이 마련되었는지 확인해야 한다. 리스크 관리자는 설계자의 프로젝트 책임자(Designer's Project Director) 또는 프로젝트 관리자에게 직접 보고해야 한다.

프로젝트의 과정을 통해 설계자는 리스크 등록부를 유지해야 한다. 발주자는 필요에 따라 발주자 및 시공자와 조정하기 위해 시공 내내 사용할 수 있도록 설계자와 계약을 체결해야 한다. 설계자는 본 지침(GIRM)에 언급된 역할 및 책임과 관련된 기타 모든 사항을 고려해야 한다.

6. 시공사 책임(Contractor Responsibilities)

시공자는 실행하기로 계약된 프로젝트의 유형, 범위 및 단계에 적합한 입증 가능한 기술 및 관리 능력을 가져야 한다. 이러한 역량은 다음을 기준으로 입증하고 평가해야 한다.

- a) 제안된 프로젝트와 관련하여 회사의 기업 능력
- b) 프로젝트에 대한 가용성을 포함한 직원 개인의 역량

시공자는 확인된 리스크 관리자 또는 적절한 자격을 갖추고 경험이 있고 따라서 리스크 관리 실무에 유능하고 있는 리스크

관리자의 임명에 대한 규정이 마련되었는지 확인해야 한다.

리스크 관리자는 위험요소 및 관련 리스크의 식별, 수집, 수정 및 조정, 그리고 다음 규정과 일치하는 프로젝트에 대한 적절한 리스크 평가, 리스크 등록부 및 리스크 대응 계획의 개발 및 준비를 포함한 리스크 관리 프로세스의 실행을 책임진다. 리스크 관리자는 시공자의 프로젝트 책임자(Contractor's Project Manager) 또는 프로젝트 관리자에게 직접 보고되어야 하며, 리스크 관리자의 의무는 안전, 품질, 시공 또는 계약 관리자의 의무를 저해해서는 안 된다.

시공자는 계약의 실행 과정을 통해 명시된 규정에 따라 리스크 등록부를 유지해야 하며, 설계-시공 계약 형태(Design-Build Form of Contract)에서 시공자의 설계자의 역할은 최소한 제5장의 모든 조항을 포함해야 한다. 또한 시공자는 본 지침(GIRM)의 후속 절에 언급된 시공자의 역할과 책임과 관련된 그 밖의 모든 사항을 고려해야 한다.

7. 보험자 책임(Insurer Responsibilities)

보험자는 보험 제공을 위해 계약되는 프로젝트의 유형과 범위에 적합한 입증 가능한 기술 및 관리 능력을 가진 사람을 보유하고자문 역할에 참여해야 한다. 보험자는 프로젝트에 채용되는 설계 및 시공 프로세스와 방법론에 대한 지식과 경험을 가지고 있어야 한다.

프로젝트 보험자는 물리적 손실이나 손상 및 관련 지연의 위험을 최소화하기 위해 터널 및 지하 건설과 관련된 프로젝트에 적용할 때 본 지침(GIRM)의 준수를 적극적으로 권장해야 한다. 따라서 터널 및 지하 건설 프로젝트에 적용되는 보험 증권은 본 지침(GIRM)에 명시된 조항을 따라야 한다.

프로젝트 보험자는 보험 가입자와 합의하여 본 지침(GIRM)을 준수하는 당사자(Parties)의 의도를 인식하여 보험 가입자의 증권에 구체적인 조항, 승인 및 인센티브를 추가해야 한다. 본 지침(GIRM)의 규정과 관련된 보험/증권 요건에 대해 보험 가입자와 및 프로젝트 보험자 사이에 모호함이 없어야 한다.

프로젝트 보험자(발주자 보험관리 프로그램(OCIP), Owner

Controlled Insurance Program], 시공자 보험관리 프로그램 [CCIP, Contractor Controlled Insurance Program] 또는 기타 유형의 보험증권중 어느 것을 제공하든)는 요청이 이루어진 후 적절한 시간 내에 보험 증권 및/또는 관련 문서에 따라 보험 가입된 프로젝트에 대해 검사할 권리를 보유해야 한다. 모든 점검의 목적은 본 지침(GIRM)과 관련하여 정책에 추가된 특정 조항을 포함하여 보험 증권의 요건 준수를 평가하는 것이어야 한다. 이러한 검사는 보험 계약을 체결하는 사업의 유형과 범위에 적절한 기술적 역량을 가진 사람에 의해 수행되어야 하며, 보험 가입자의 대리인과 같이 수행할 수 있다. 점검은 프로젝트 리스크의 지속적인 관리에 관한 회의와 토론의 전조로 보아야 한다.

발주자가 OCIP 또는 CCIP를 보유하지 않기로 선택하고 설계자의 전문 책임보험과 발주자의 일반 책임보험에 의존하는 프로젝트에서, 발주자는 적극적으로 본 지침(GIRM) 준수를 장려해야 하며, 설계자 및 시공자와 합의하여, 본 GIRM을 준수하는 당사자의 의도를 인식한 계약 또는 증권에 대한 특정 조항, 승인 및 인센티브를 추가해야 한다.

8. 프로젝트 계획 단계(Project Planning Stage)

8.1 일반

본 지침(GIRM)의 목적상, 프로젝트 계획 단계는 다음을 포함한다.

- a) 프로젝트 타당성, 기본 개념 및 예비 엔지니어링 검토
- b) 현장 및 지반 조사
- c) 프로젝트 대안의 평가 및 선호 프로젝트 대안의 식별과 시공 계약의 형태
예: 설계-시공 분리입찰(design-bid-build), 설계-시공 일괄입찰(design-build)
- d) 시공 계약 형태에 적합한 프로젝트 설계 검토

프로젝트 계획 단계에서 요구되는 업무 범위는 일정상 고려 사항 또는 발주자 대표 임명에 대한 조건에 의해 불필요하게 제

약되어서는 안 된다. 발주자는 충분한 시간 및 예산을 사용가능한지 확인해야 한다.

- a) 상세 설계 단계 및/또는 시공 계약 조달단계 진행하기 전에 프로젝트의 기술적, 재정적 실행 가능성을 조사하고 입증
- b) 체계적인 리스크 관리 프로그램을 시작하고 프로젝트 계획 단계에 적합한 리스크 등록부를 개발
- c) 채택될 계약 형태에 적합한 설계 준비

8.2 현장 및 지반 조사

수행해야 할 현장 및 지반조사의 성격, 정도 및 범위는 프로젝트의 특성, 정도 및 범위, 위치 및 지질/수리지질 환경에 기초해야 한다.

설계자는 현장 조사를 적용 가능한 굴착 및 시공 방법을 인지 하면서, 프로젝트 시공에 적합한 지반 및 지하수 정보 및 지질학적 특성을 확보하도록 계획하고 설계해야 한다. 이와 같은 적절한 자격을 갖추고 경험이 있는 직원이 설계, 계획 및 조달해야 하며, 제안된 프로젝트에 필요한 현장의 특성 및 지반 조사와 관련하여 능력이 있어야 한다.

현장 및 지반 조사는 해당 지역 및 국가 기준에 따라 수행해야 한다. 이러한 기준이 없는 경우, 현장 및 지반 조사의 실시 근거를 명확하게 명시해야 한다.

발주자에 의해 수행되는 현장 및 지반 조사는 다음을 위해 포괄적이고 단계적이며, 적절히 설계되고 계획되어야 한다.

- a) 합리적으로 실행 가능한 범위 내에서 인공 및 자연(H₂S, 메탄 또는 라돈과 같은 가스 포함) 위험요소를 식별하고 리스크를 평가한다.
- b) 광업/광물추출 및 오염과 같은 프로젝트와 관련된 엔지니어링 중요성의 제약을 포함하여, 현장 조건, 인접 구조물, 유틸리티, 지하수 조건 및 프로젝트 현장의 이전 이력에 대한 충분한 정보를 제공한다.
- c) 다른 굴착 및 터널링 방법론에 대한 기술적 실행 가능성, 공사비, 공기 및 제3자에 대한 영향 측면에서 현실적이고 신뢰

할 수 있는 평가를 수행할 수 있도록 한다. 이러한 평가는 임시 및 영구 지보/라이닝 요건 및 보건 및 안전 문제에 동일하게 적용된다.

- d) 계획 및 설계 프로젝트 단계 전반에 걸친 마일스톤 단계에서 프로젝트의 재정적 및 기술적 실행 가능성을 평가하고 확인할 수 있도록 한다.
- e) 실행 가능성, 공사비, 공기, 리스크 및 시공성 측면에서 선형 대안에 대하여 비교 및 평가할 수 있도록 한다.

현장 및 지반공학/지질 조사는 조사가 수행되는 범위, 현장 및 지반 조건에 적합한 자격을 갖추고 경험이 있는 조직이 수행하고 감독해야 한다. 조사 범위는 프로젝트의 제안된 성격과 범위와 관련하여 직면하고 있는 조건에 적합하도록 수정되어야 한다. 보고 방법은 명확하고 분명하게 명시되어야 하며, 실험실 및 현장 시험을 포함한 조사 결과는 사실적으로 기록되어야 한다.

8.3 프로젝트 대안의 평가

프로젝트 대안 평가는 발주자가 프로젝트 계획 단계 중에 수행해야 한다. 선정된 위치, 선형 또는 선형 대안의 경우 이러한 평가는 다음을 고려해야 한다.

- a) 지질학(잠재적으로 유해한 성질의 가스에 대한 잠재성을 포함) 및 수리지질학(현장 및 지반 조사에 의해 특성화됨)
- b) 지반 및 환경의 특성에 적합한 터널 시공 방법론(지하 동굴, 수직구, 인입부 및 기타 지하 구조물과 관련된 다른 시공 방법론)
- c) 임시 및 영구 지반지보시스템(예를 들어 슛크리트 라이닝, 록볼트/다웰, 스파일링, 프리캐스트 세그먼트 라이닝, 현장 타설 콘크리트 또는 터널 라이닝의 다른 형태)
- d) 지반 및 지하수 처리 조치(예를 들어 그라우팅 사용, 배수/감압, 지반 동결 또는 기타 형태의 지반 안정공화 사용) 및 그 영향(예를 들어 침하, 소음, 진동으로 이어지는 지하수 추출 및 감압)
- e) 지표에서의 지반 거동 및 침하, 제3자의 구조물 또는 지반 거

- 동에 미치는 영향 및 유틸리티 서비스, 인접 터널 및 지하 구조물과 같은 지장물에 미치는 영향(현장 조사로 특성화됨)
- f) 먼지, 소음, 진동, 교통 및 장비의 이동을 포함한 환경 고려 사항
- g) 보건(직업적 건강 고려사항 포함) 및 안전
- h) 건강에 영향을 미치거나 영구 시설의 내구성에 영향을 미칠 수 있는 가스, 화학 물질 및 기타 오염 물질 또는 자연 발생 물질을 포함한 위험 물질
- i) 관할 당국으로부터의 요구사항에 대한 허가를 포함한 제안된 프로젝트 위치, 지질 및 환경과 관련된 기타 모든 특정 요소
- j) 시공 중 필요한 계측 및 모니터링을 위한 권장 사항
- k) 공사비 및 공기 관련 사항

프로젝트 대안의 평가에는 관련 대안 관련 위험요소와 그에 따른 리스크의 식별과 평가가 포함되어야 하며, 확인된 각 프로젝트 대안에 대한 공식화된 리스크 평가에서 제시되어야 한다. 리스크 평가는 현장 및 지반조사 결과 및 이 단계에서 이용할 수 있게 되는 기타 관련 정보를 고려하기 위해 프로젝트 계획 단계 동안 지속적으로 검토 및 수정해야 한다.

식별된 프로젝트 대안(예를 들어 선형, 터널링 방법론, 환경 고려사항 및 제3자 고려사항에 대하여)의 경우, 발주자는 예정된 활동에 할당된 비용과 함께 각 프로젝트 대안에 대한 전체적인 공사비 및 공기의 추정치를 설정해야 한다. 또한 프로젝트 대안 관련 리스크와 관련된 잠재적 공사비와 공기를 결정하기 위해 공사비 및 공기 리스크 분석을 수행해야 한다. 이와 같은 방법으로 발주자는 기술적이고 재정적으로 실행 가능한 우선 프로젝트 대안을 결정해야 한다.

선호하는 프로젝트 대안을 위해 리스크 평가를 수행하고 리스크 등록부를 작성해야 한다. 이 리스크 등록부에는 확인된 위험요소와 관련된 리스크가 포함되어야 하며 프로젝트 계획 단계에서 수행한 연구에 기초해 포괄적인 설명을 통해 잠재적 완화 조치를 표시해야 한다. 완전히 완화되지 않은 리스크는 설계 단계에서 설계자에게 제공되는 계약 정보에 포함되어야 한다. 설계시공 일괄 입찰조달에서 프로젝트 계획 단계에 시공자에게 유

사한 리스크 정보를 이전하는 문제를 다루는 가이드라인은 본 지침의 10장을 참조한다.

9. 설계 단계(Design Stages)

9.1 일반

본 지침(GIRM)의 목적을 위해 설계 단계에는 지속적이거나 발전된 예비 엔지니어링과 영구 및 임시 공사 모두에 대한 상세 또는 최종 설계가 포함된다. 안전이 중요한 공사 및/또는 시공 중 지반을 지보하는 임시 공사에 대한 설계 프로세스는 영구 공사와 동일해야 한다.

설계자는 발주자 또는 시공자로부터 전반적인 프로젝트 개요(공사의 설명 및 범위)에 대해 제공받아야 한다. 설계자는 이 개요를 검토하고 프로젝트에 리스크를 가져올 수 있는 결함이나 누락 사항을 파악해야 한다. 발주자(또는 설계-시공 일괄입찰의 경우 시공자)는 설계 계약을 체결하기 전에 이러한 이슈를 나타내고 계약 조건과 범위를 조정해야 한다.

9.2 설계자의 정보의 이전

전통적인 설계-시공 분리입찰 조달에서 프로젝트의 과정을 통해 설계가 한 단계에서 다른 단계로 이동함에 따라, 발주자는 이전 설계 단계에서 개발되고 수집된 모든 정보가 리스크 평가 및 리스크 등록부를 포함하여 다음 단계의 설계자가 사용할 수 있도록 해야 한다. 이후 설계 단계에 대해 지정 및 책임을 지는 설계자는 설계에 대한 책임이 있는 범위 내에서 이 정보를 평가하고 후속 설계 단계에 대한 추가 조사 및/또는 검토에 대해 적절한 발주자(또는 설계-시공 일괄입찰의 경우 시공자)에게 권고해야 한다.

9.3 설계 프로세스

설계 프로세스의 기본 목표는 보건 및 안전 고려사항을 포함하여 합리적으로 예측 가능한 모든 원인으로부터 프로젝트 또는 제3자의 파괴 또는 손상의 리스크를 최소화하는 설계를 달성하

는 것이다. 프로젝트나 제3자에게 영향을 미칠 수 있는 심각한 결과지만 낮은 확률을 가진 사건을 고려해야 한다.

설계 프로세스에는 다음의 영향을 평가하기 위한 민감도 검토가 포함되어야 한다.

- a) 시공 허용공차
- b) 지반공학적 설계 값의 변화
- c) 재료 특성의 변화
- d) 기술력 및 기하구조의 변화
- e) 시공법 및 리스크 경감/비상 조치의 실행
- f) 홍수, 폭풍, 지진과 같은 프로젝트의 구간에서의 자연 위험에 노출

설계자는 다음을 포함해야 하지만 반드시 이에 제한받지 않는 문서를 준비해야 한다.

- a) 설계할 프로젝트 구성요소에 대한 설명
- b) 각 구성요소에 대해 채택할 설계 요건 및 기준
- c) 이용 가능한 지질 및 지반공학적 정보(유해 가스 존재 또는 발생, 지반 및 지하수 오염 포함)를 평가하고, 평가된 지반과 지하수를 설계 값으로 나타내는 지반공학적 평가
- d) 설계 방법에 대한 설명(해당 모범 사례 및 표준에 대한 참조 포함)
- e) 설계 및 타당성 검증에 사용되는 분석 방법에 대한 설명
- f) 제안된 시공법과 관련하여 이용 가능한 정보에 기초하여 채택된 설계 기준 및 설계 값에서의 실제 변화에 미치는 영향을 고려해야 하는 설계 리스크 평가. 설계 리스크 평가는 잠재적인 파괴 메커니즘을 고려해야 하며, 제안된 시공법에 적합한 리스크 경감 및 비상 조치를 포함해야 한다.
- g) 설계시 실행할 점검 절차
- h) 제안된 계측 및 모니터링에 대한 설명

이 작업은 설계자가 수집하여 설계 보고서(BODR, Basis of Design and Report)에 제시해야 한다. 계산, 분석 및 평가 또한

시공의 중간 단계를 고려해야 한다. 설계 프로세스에는 시공이 제3자의 인프라 구조(유틸리티에 대한 영향 포함)와 굴착 영향 존 내의 건물에 미치는 영향에 대한 평가가 포함되어야 한다. 이러한 점에서, 설계자는 합리적으로 실행 가능한 한 프로젝트에 영향을 미치거나 영향을 받을 수 있는 기초 및 기타 구조물/인공 장애물에 대한 모든 이용 가능한 기록을 수집해야 한다.

허가 요건의 평가, 이해 관계자 및 기타 제3자에 대한 영향, 설계 및 계약 문제, 시공 문제, 운영 문제, 보건 및 안전 문제, 설계 단계에서 평가된 기타 위험요소에 대한 결과는 적절히 포맷된 리스크 등록부에 표시되어야 한다.

9.4 설계 체크

모든 설계는 설계가 9.3절 설계프로세스의 기본 요건을 충족하는지 확인하기 위해 설계 체크를 받아야 한다. 설계체크의 정도와 범위는 다음에 적합해야 한다.

- a) 프로젝트의 복잡성, 난이도 및 시공 유형(해당되는 경우, 중간 시공단계의 굴착/지보 단계 포함)
- b) 설계 리스크 평가에서 평가된 리스크 수준
- c) 발주자 또는 제3자에 의한 법적 또는 기타 요구 사항

설계 일정은 적절한 체크 수준을 위해 충분한 시간을 허용해야 한다. 내부 검토와 외부 검토는 모두 프로젝트의 범위에 맞게 수행되어야 한다.

9.5 설계의 시공성

설계-시공 분리입찰시 발주자는 설계에 대한 공식적인 검토를 수행하고 리스크 등록부의 리스크 평가 및 개발에 참여할 수 있는 적절한 시공 전문지식이 있는지 확인해야 한다. 검토에는 보건 및 안전 고려사항과 제3자에 대한 영향이 포함되어야 한다.

설계자는 시공 단계의 타당성을 평가할 때 단계적 또는 순차적 굴착이 미치는 영향을 고려하여 설계의 적합성을 평가해야 한다. 설계자의 의도와 요구 사항이 시공중에 준수되는지 확인

하기 위한 양식이 발주자에 의해 제공되어야 한다.

해당되는 경우, 설계는 굴착 지보과정을 상세히 기술하고 예상되는 지반 및 지하수 조건의 범위에 대한 프로젝트중 적절한 모니터링 조치를 계획해야 한다. 또한 비상 대책의 제공을 포함해야 한다. 설계자는 지반 변동성, 시공 기술 및 시공 허용공차 측면에서 8.2절과 8.3절의 기본 요구사항과 일치하는지 확인해야 한다.

9.6 시공중 설계 검증

실행중인 설계가 항상 유효하게 유지될 수 있도록 시공단계중에 프로젝트에 대한 충분한 모니터링이 제공되어야 한다. 프로젝트 모니터링은 시공될 프로젝트의 유형, 정도 및 범위에 적합한 자격을 갖춘 조직 및 개인이 수행해야 하며, 이러한 업무에 적합한 능력을 가져야 한다. 설계자는 모니터링 프로세스에 관여하거나 대표되어야 한다.

설계변경이 시공 중에 실현되는 경우, 발주자 또는 시공자는 (조달방법에 따라) 제안된 설계 변경의 실행을 검증할 것을 기록 설계자(Designer of Record)에게 요구해야 한다. 설계 계산과 가정은 해당시 지정된 지반 계측 모니터링 결과를 통해 검증되어야 한다.

10. 시공 계약 조달 단계 (Construction Contract Procurement Stage)

10.1 일 반

본 지침(GIRM)의 목적상 시공 계약 조달 단계에는 다음이 포함된다.

- a) 입찰용 계약 서류의 작성 및 발행
- b) 지방/주 법률이 허용하는 경우 입찰에 대한 계약자의 사전 자격심사(PQ) 및 선정
- c) 입찰 평가 및 계약자 선정
- d) 협상

10.2 입찰용 계약서류 준비

입찰용 계약서류 준비에는 계약의 유형(예: 설계-시공 분리 입찰, 설계시공 일괄입찰, 건설 관리 일반 시공자 또는 기타 형태)을 고려해야 한다. 발주자에 의한 계약 형태 선택과 계약 조건의 초안은 계약 당사자들에게 리스크의 할당을 고려해야 하며, 결과적으로 법적 책임을 고려해야 한다.

계약 서류(적절하다고 간주되는 경우 하도 계약문서 뿐만 아니라)는 계약 당사자들이 본 지침(GIRM)의 규정을 어떻게 이행하는지 명확하게 입증해야 한다. 계약 서류에는 프로젝트 계획 및 설계 단계 중에 식별된 위험과 관련된 리스크의 완전한 공개를 포함해야 하며, 여기에는 모든 데이터와 해석이 포함되어야 한다.

설계 시공 분리입찰에서, 발주자는 조달단계 중 계약 문서와 함께 이 정보를 제공하고, 선정 프로세스의 제한 내에서 입찰자에 의한 좋은 리스크 완화 대책을 보상할 수 있는 적절한 방법을 결정해야 한다. 계약 서류는 발주자 또는 그 대리인이 프로젝트 시공에 중요하다고 간주하는 제출될 주요 공사 계획을 명확하게 식별해야 한다.

설계 시공분리 입찰에 대한 계약 문서에는 발주자가 작성한 지반 기초 보고서(GBR, Geotechnical Baseline Report)가 포함되어야 한다. 발주자가 GBR을 준비하는 경우, GBR은 입찰자에게 입찰에 근거해야 하는 필수적이고 중요한 정보로서 발행해야 하며, 발주자는 그렇게 발행된 정보에 대해 책임을 져야 한다.

설계 시공 일괄 계약하에서 발주자는 각 입찰자가 입찰과 함께 지반공학적인 조건에 대한 해석 및 평가를 제출하도록 요구해야 하며, 계약 기준을 결정하기 위해 설계-시공자가 고려하는 추가 지반 조사를 확인해야 한다. 추가 지반 조사가 필요하지 않은 경우, 입찰 및 선정시 지반 기준의 요건을 정의하고 계약 문서에 충분히 설명해야 한다. 추가 지반 조사가 제안되고 승인되는 경우, 성공적인 입찰자는 계약 문서에 따라 지반 조사를 수행해야 하며, 그 후 계약 GBR을 작성하고 발주자와 공동으로 합의해야 하며, 사전 입찰 및 사후 입찰 지반정보를 설계와 시공의 기준으로 사용해야 한다.

입찰자에 의해 GBR이 준비되는 경우, 입찰 평가프로세스에서 발주자가 지질학적 조건과 관련된 리스크 및 제안된 지반 기준에 대한 평가를 사용해야 한다.

발주자가 입찰자에게 지반 데이터 보고서(GDR, Geotechnical Data Report)만 제공하는 설계시공 일괄계약에서, 발주자는 설계-시공자에게 GDR의 해석에 기초한 입찰 단계의 지반 해석보고서(GIR, Geotechnical Interpretative Report)를 제공할 것을 요구해야 하며, 동시에 해석을 확인하고 지반 기준을 확정하기 위해 수행하여야 할 추가 지반 조사의 위치를 확인하도록 한다. 입찰 단계 GIR은 입찰자가 예비 설계 및 시공 개념의 개발을 위해 사용해야 한다. GIR과 제안된 추가 지반 조사는 입찰 평가에서 발주자에 의해 사용되어야 한다. 계약 지명후, 그리고 설계-시공 계약자가 합의된 추가 지반 조사를 수행한 경우, GIR은 발주자와 합의하여 업데이트되어야 하며, GBR이 확립되어야 한다.

GBR(발주자 또는 설계-시공 입찰계약시 성공적인 입찰자 작성한 후 발주자가 수락)은 계약의 일부를 구성해야 하며, 지반 조건을 평가하고 비교할 수 있는 기준을 제공해야 한다. GBR은 현실적이어야 하며, 지나치게 보수적이지 않아야 하며, 수행할 공사에 적합하여야 하며, 시공 매개변수에 초점을 맞추어야 한다. 또한 시공자가 지반공학적인 리스크를 평가하고 프로젝트 공사비를 합리적으로 평가할 수 있도록 하여야 한다.

발주자는 조달 단계 전에, 기업 참여에 대한 입찰 서류의 목표가 달성 가능한지 확인하는 실사를 실시해야 하며, 수행할 공사의 성격과 범위 그리고 지역 시장에서의 그러한 기술의 가용성을 충분히 인식해야 한다.

10.3 입찰용 시공자의 사전자격심사(PQ) 또는 선정

주 법률이 사전 자격심사를 허용하는 모든 곳에서, 이 핵심 활동은 발주자에 의해 할당되는 전용 시간과 자원을 가져야 한다. 입찰용 사전 자격심사 또는 선정은 관련 경험과 자격을 입증하도록 시공자에게 요구해야 한다.

사전 자격심사 또는 선정에 대한 요건이 규정되어야 하며, 적절한 정보에는 다음이 포함되어야 한다.

- a) 유사한 범위와 복잡성을 가진 프로젝트와 해당 프로젝트의 발주자에서 얻은 경험. 이전 발주자는 참조를 위해 연락해야 한다(예를 들어, 시공자의 성과 및 작업 관계와 관련된 문제).
- b) 이전 관련 프로젝트의 실적 세부사항
- c) 재무 상태
- d) 제안된 공동기업(JV) 약정
- e) 필요한 자격을 갖춘 주요 직원
- f) 현재 공사 부하 및 사용 가능한 자원
- g) 하도업체, 공급자망 및 장기 작업 관계의 세부사항에 대한 제안된 사용
- h) 지속적인 체계적인 리스크 관리 프로그램에 대한 시공자의 투입에 대한 진솔.

10.4 입찰 시간

입찰에 대한 합리적인 시간을 발주자가 제공해야 한다. 기간에는 공사 계획 및 리스크 등록부의 규정을 포함하여 계약 유형, 프로젝트의 복잡성 및 계약 문서의 요구사항을 반영해야 한다.

10.5 리스크 분담 보고서

리스크 할당 보고서에는 리스크 등록부로부터의 프로젝트 리스크를 명확히 확인하고 각 리스크가 프로젝트 당사자(발주자 또는 시공자) 사이에 어떻게 배분되는지가 준비되어야 한다.

10.6 조 달

“최상 가치” 조달의 조달 단계에서 실시하는 리스크 평가 업무는 시공자의 선정 및 시공 계약의 최종화에 중요한 기여를 제공하여야 한다. 계약 문서에 있는 프로젝트 리스크 등록부의 발행에도 불구하고, 최상 가치 조달에서 입찰자는 제공된 계약 정보에 근거하여 리스크 완화/관리/비상 조치에 대한 설명을 포함하여 자체적인 프로젝트 리스크 등록부를 준비하고 제출해야 한다.

계약 문서는 입찰자의 평가에 필요한 정보와 입찰자의 평가에 기초가 되는 기준 및 가중치를 명확히 명시해야 한다. 여기에는 프로젝트 수명주기 전체에 걸쳐 리스크 관리에 대한 접근방

식에 할당된 가중치가 포함되어야 한다. 사전 리스크 관리 및 리스크 할당 논의 및 합의는 완전히 문서화되어야 하며, 조건부 날인 증서 입찰 문서에 포함되어야 한다.

11. 시공 단계(Construction Stage)

11.1 일 반

본 장은 시공 이전 및 시공 중 시공자가 최소한(법적 요건에 추가하여) 준수해야 하는 요소에 대해 설명한다.

11.2 사전 시공 활동

계약 낙찰이후 착공지시서(NTP, Notification to Proceed) 이전에, 다음과 같은 활동에 대해서는 일정상 시간을 허용해야 한다.

- a) 발주자, 설계자, 시공 관리자 및 조정자 간에 리스크 워크숍을 수행하여, 기존 프로젝트 리스크, 리스크 할당 보고서, 또는 성공적인 입찰자의 리스크 등록부를 본 워크숍의 기초로 사용하여 시공 위험 기록부를 작성한다.
- b) 시공 단계 프로젝트 리스크 등록부를 포함하는 프로젝트 리스크 관리 계획의 준비와 제출

착공 지시 이후, 현장 시작 전에 다음 활동에 대한 일정상 시간이 허용되어야 한다.

- a) 보건 및 안전, 품질 및 환경 계획의 작성 및 제출
- b) 시공 관리 계획 작성
- c) 아이템의 식별, 설계(계약에 따라 필요한 경우) 및 조달
- d) 시공 전 계획 및 공사 계획
- e) 필요한 모든 법적 동의 획득
- f) 시공성 검토
- g) 필요한 제3자 협정, 양해각서(MOU) 및 법적 권리 획득
- h) 프로젝트 굴착의 잠재적 영향존 내에 있는 모든 구조물의 시공 전 상태에 대한 사진(해당되는 경우 비디오) 문서

11.3 리스크 관리 절차

프로젝트 리스크 관리 계획에는 발주자 사전 계약 리스크 등 록부에서 가져온 비완화 프로젝트 관련 리스크를 포함하여 프로젝트의 시공 단계에서 확인된 모든 프로젝트 관련 리스크를 기록하는 데 사용되는 시공 단계 프로젝트 리스크 등록부가 포함되어야 한다.

프로젝트 위험관리 계획은 다음에 대한 프로세스와 절차를 파악해야 한다.

- a) 시공 단계 프로젝트 리스크 등록부의 정기적인 모니터링 및 검토
- b) 시공 단계 및 가능한 완화 조치에서 발생할 수 있는 위험요소 및 관련 리스크를 식별하고 공식적으로 기록하는 수단
- c) 전체 영향과 리스크 수의 감소/완화에서의 진행 파악
- d) 시공 단계 프로젝트 리스크 등록부의 빈도(매월 권장, 리스크의 성격 및 프로젝트 단계에 따라 분기별 이상 권장) 및 프로젝트 리스크의 변경사항을 파악할 수 있는 능력을 업데이트
- e) 관리 및 조절 절차
- f) 제안된 비상 조치
- g) 비상 조치 이행에 대한 공사비 및 공정 영향(책임에 관계없이)

시공 단계 프로젝트 리스크 등록부는 확인된 리스크가 프로젝트에 미치는 영향을 완화하기 위해 필요한 리스크 관리, 행동 및 조치에 대한 책임지는 당사자를 파악해야 한다. 시공 단계 프로젝트 리스크 등록부에는 시공 활동과 관련된 보건 및 안전 리스크 평가도 포함될 수 있다. 리스크의 소유나 책임에 대한 발주자와 시공자 사이의 불일치는 해결되어야 하며 미래의 논쟁을 위해 따로 남겨져서는 안 된다.

11.4 시공자 직원과 조직

시공자는 현장에서 공사를 시작하기 전에(그리고 이후 중대한 변경이 있을 때마다), 전체적인 현장 조직도를 제출해야 한다. 이 조직도는 안전 중요 업무의 직원과 핵심 직원(지정된 안전 대표자 포함) 및 품질 보증/품질 관리 책임자의 보고 구조 및

연락 라인을 파악해야 한다.

현장 조직도는 발주자가 프로젝트를 관리하는 방법과 누구와 함께 할 것인지를 파악할 수 있도록 충분히 상세해야 한다. 조직도는 프로젝트 관리에 고용될 사람의 역량을 입증하기 위해 모든 주요 직원의 이름과 이력, 그리고 그들의 역할과 책임과 함께 제출해야 한다. 직원이 추가되거나 변경될 때 조직도를 업데이트해야 한다.

시공자는 모든 근로자가 프로젝트 건설에 필요한 프로세스를 수행하는 데 필요한 능력을 갖도록 하기 위해 사용하는 정책을 파악해야 하며, 모든 근로자에 대한 시공자의 교육 정책의 세부 사항을 포함해야 한다.

시공자는 모든 직원이 자신이 보유해야 할 직책과 책임을 위해 적절하고 적절하게 훈련받도록 하는 방법을 나타내는 훈련 계획을 제공해야 한다. 시공자는 프로젝트의 모든 부분에 대한 정보의 보급과 통신을 위한 절차를 개발하여 실행해야 한다. 통신 방법은 발주자와 합의해야 한다.

11.5 시공성

설계 시공 분리계약에서, 시공자는 계약기간 동안 선택한 시공법이 설계 단계에서 채택된 가정과 다른 경우 발주자 및 설계자와 공동으로 시공성 검토를 수행해야 한다. 이러한 검토의 빈도는 프로젝트의 성격과 범위 및 모니터링에 따라 적용된 시공법이 적절하고 적당하다는 것을 확인하는 요건과 일치해야 한다.

설계 시공 일괄계약에서, 시공자는 계약기간 동안 설계자와 공동으로 시공성 검토를 수행해야 한다. 이러한 검토의 빈도는 프로젝트의 성격과 범위 및 모니터링에 따라 적용된 시공법이 적절하고 적당하다는 것을 확인하는 요건과 일치해야 한다. 발주자는 이러한 시공성 검토에 대해 계속 통보받아야 한다.

11.6 시공과 장비

프로젝트 시공과 관련된 운영 또는 프로세스가 시작되기 전에, 시공자는 발주자에게 완전한 세부 공사계획, 검사 및 시험 계획 그리고 리스크 평가를 제공해야 한다. 작업 계획서는 시공자가 프로젝트를 시공하려는 방법과 자원을 명확하고 분명하게

상세히 기술해야 하며, 규격, 설계, 환경, 보건 및 안전 그리고 품질을 포함한 프로젝트의 모든 측면을 포함해야 한다. 공사 계획은 현재 허용된 공사 관행 및 수행할 공사에 대한 표준에 대한 준수를 반영하고 입증해야 한다.

검사 및 시험계획은 시공 프로세스 전체에 걸쳐 (계약상 필요한 경우) 프로젝트를 검사, 점검 및 인증하려는 시공자의 의도를 명확하고 분명하게 상세히 기술해야 하며, 필요에 따라 설계자, 발주자 또는 발주자 대리인과 같은 사람의 승인을 필요로 하는 “보유” 지점을 상세히 기술해야 한다. 검사 및 시험 계획은 허용 공차를 참조할 수 있도록 관련 시방서를 확인해야 한다.

리스크 평가는 공사 환경과 관련된 화재, 흡수 및 지반 붕괴 관련 위험, 시공법, 특정 재료 및 프로젝트 시공에 사용할 장비, 관련된 특정 리스크를 포함하여 사용할 시공법 그리고 발전소, 장비 및 자재와 관련된 특정 리스크를 처리해야 한다. 보건 및 안전과 관련된 법규를 포함하여 지역, 주 및 연방 법률, 표준 또는 법규를 고려한다. 리스크 평가는 시공 과정에 관련된 위험요소와 관련 리스크가 완전히 식별되고 평가되었음을 입증해야 한다. 시공 단계 프로젝트 리스크 등록부는 확인된 위험의 영향을 ALARP 수준에 줄이는 데 필요한 모든 리스크 완화 조치를 포함하는 적절한 공사 계획이 개발되었으며, 위험 사건이 실현될 경우 비상 계획이 수립되었음을 입증해야 한다.

공사 계획서와 검사 및 시험계획서에는 어떤 모니터링과 점검을 실시해야 하는지, 누구에 의해, 그리고 어떤 간격으로 실시해야 하는지를 표시해야 한다. 품질 기록은 계약요건의 준수를 만족시키기 위해 생산되고 제공되어야 한다. 비준수 처리 절차가 포함되어야 한다. 승인된 서명 목록은 검사 및 시험 계획, 품질 기록의 확인 및 인증에 고용된 모든 직원에 대한 권한 수준과 함께 유지되어야 한다. 공사 계획서(또는 공법 설명서)는 운용, 지반조건, 안전시스템, 유지보수, 환경 모니터링, 접근, 침하 및 비상 절차와 관련하여 프로젝트에 사용할 장비와 확인해야 한다.

11.7 관리 시스템

착공지시서(NTP)에 이어서, 시공자는 전체적인 프로젝트 관리 계획과 함께 보건 및 안전 계획, 품질 계획, 환경 계획 및 시

공 단계 리스크 관리 계획의 사본을 발주자에게 제공해야 한다. 보건 및 안전, 품질 및 환경 계획의 요건 외에도, 전체적인 관리 계획은 시공자가 계약 요건 및 본 지침(GIRM)과 관련하여 건설 프로세스를 관리하기 위해 사용하려는 시스템을 식별하고 입증해야 한다.

관리 계획에는 최소한 다음의 관리를 위한 절차가 포함되어야 한다.

- a) 재료, 장비 및 설계의 조달(계약의 요건에 따라 임시 또는 영구 공사의 경우)
- b) 프로젝트 계획 및 시공 단계
- c) 직원 및 인력 교육
- d) 응급 절차 및 터널구조 팀을 포함한 보건 및 안전
- e) 시험 장비의 검사, 시험 및 제어/교정을 포함한 품질 관리
- f) 리스크 관리
- g) 측량

위의 사항 중 하나가 다른 프로젝트 계획(예: 품질 계획)에 포함된 경우, 관리 계획은 중복을 피하기 위해 다른 프로젝트 계획의 관련 부분에 대한 참조만 포함해야 한다.

11.8 모니터링

시공 공정 모니터링은 검사 및 시험 계획, 감사, 관리 검토 등을 이용하여 실시하여야 한다. 검사 및 시험 계획은 건설 계약에 따라 발주자와 시공자의 감시 책임을 명확히 구별해야 한다. 설계 가정 확인 및 예기치 않은 거동의 조기 감지를 제공하는 종합적인 실시간 모니터링 프로그램이 구현되어야 한다.

특히 도심지역 프로젝트와 제3자의 장비나 구조가 영향존 내에 있는 경우, 공사 계획은 비상조치를 취해야 하는 “트리거 수준(trigger level)”을 명확하게 식별해야 한다. 공사 계획은 보고 역할과 책임, 그리고 각 트리거 레벨에서 취할 조치와 그에 의한 조치를 명확하게 구분해야 한다. 높은 심각도 등급의 리스크를 식별하거나 설계가 관찰적 접근법에 기초하는 경우 계속과 측정 빈도를 증가시켜 포괄적인 실시간 모니터링을 제공해야 한다.

시공자는 발주자에게 리스크가 실현될 경우 이를 처리하기 위한 비상 대책 및 비상 계획을 제공해야 한다.

발주자 또는 시공자는 안전에 영향을 미칠 수 있는 모든 사항을 인지하고, 계약 가격과 관련되고, 공사 완료를 지연시키고, 사용 중인 공사의 성과를 저해하거나, 주요 일정을 방해하는 경우 즉시 상대방에게 조기 경고통지를 제공해야 한다. 문제를 고려할 수 있는 시간을 최대화하고 그에 따라 최선의 완화 가능성을 높이기 위해 조기 경고를 제공해야 한다. 발주자 및 시공자는 리스크 감소 회의를 후속 조치해야 하며, 둘 다 부가 가치가 있다는 데 동의하는 경우 다른 핵심 인력을 리스크 감소 회의에 초대해야 한다. 발주자, 시공자 및 회의에 참석하는 다른 개인은 가능한 한 안전, 비용, 품질 및 시간에 대한 확인된 리스크의 영향을 회피하거나 완화하는 조치를 취하고 결정하도록 협력하고 보장해야 한다. 리스크 감소 회의후, 시공 단계 프로젝트 리스크 등록부를 검토하고 갱신해야 한다. 조기 경보통지에 대응하여 소집되는 리스크 감소 회의와 관계없이, 그리고 추가로 리스크 감소 회의를 정기적으로 계획되어야 한다.

시공자는 월별/주기 경과보고서에 리스크 관리에 관한 내용을 포함해야 한다. 여기에는 리스크 완화 노력, 조기 경고, 잠재적 영향 및 이러한 조치가 안전에 미칠 수 있는 영향, 예비비 사용, 잠재적 계약 변경, 주요 이정표 및 완공일에 대한 보고가 포함되어야 한다.

11.9 변경 관리

보험자와 보험가입자는 보험계약의 일부로서 프로젝트에 대한 평가된 리스크가 훨씬 더 커지게 되는 설계 및 공사 방법에 대한 변경에 대하여 소통해야 한다. 시공 단계중 승인을 위해 시공자가 발주자에게 제출한 모든 가치공학(Value Engineering) 제안서는 제안된 변경의 결과로 인한 프로젝트 리스크 평가의 변동과 함께 기술적 편익 전체를 명시하는 문구를 포함해야 한다. 가치공학 제안서는 프로젝트의 리스크 프로필에 대한 잠재적인 부정적인 영향에 대해 평가되어야 한다. 해당시 전체 시방 및 도면은 변경을 실행하기 전에 발주자의 검토 및 승인을 위해 작성해야 한다.

프로젝트 설계나 시공에 대해 가치 공학적 변경을 제안하는 당사자나 변경이 처음 제기되는 프로젝트의 단계에 관계없이, 본 지침(GIRM)에 포함된 변경으로 인한 리스크 관리에 대한 모든 적절한 요구사항을 적용해야 한다.

11.10 산업계로의 피드백

개선된 관리 실무로서, 모든 발주자는 프로젝트 완료와 관련된 법률 및 상업적 문제의 해결과 관련하여 가능한 한 빠른 기회에, 해결 효과가 있었던 것과 없었던 것, 예상했지만 발생하지 않는 위험요소, 예상하지 못했지만 발생한 위험 요소, 새로운 관리 기법, 새로운 엔지니어링 분석 방법, 장비 성능을 포함한 새로운 수단 및 방법(적절한 경우)등 대한 “배운 교훈(lesson learned)” 문서를 산업계에 제공할 수 있도록 해야 한다.

제4강을 마치면서

이상으로 미국 지하공간협회(UCA)에서 제시한 터널 및 지하 공사에서의 리스크 관리에 대한 실무 가이드 라이에 대하여 살펴해보았다. 본 지침(GIRM)은 영국터널학회(BTS)와 국제터널협회(ITA)에서 제시한 리스크 관리 지침을 기본으로 하여 미국에 적용하기 위하여 관련 내용을 수정 보완한 개선된 리스크 관리 지침이라고 할 수 있다.

현재 미국에서는 매년 지하공사에서의 리스크 관리(Risk Management in Underground Construction) 학회가 개최되면서 본 지침(GIRM)에 대한 다양한 실무 적용사례 등을 공유하여 본 지침의 적용상의 문제점을 개선하여 리스크 관리시스템의 정착에 엄청난 노력을 기울이고 있음이다. 이는 지하 터널공사에서의 체계적인 리스크 관리의 필요성뿐만 아니라 철저한 리스크 관리를 통한 안전한 지하공사의 실현이라는 목적을 달성하기 위한 산학관의 노력이라고 생각된다.

지하 터널공사에서의 리스크 사고 문제는 단순히 발주자 또는 시공자만의 책임이 아니라 프로젝트 당사자인 설계자, 보험자 그리고 제 3자의 공동의 이슈로서 모두가 다 함께 리스크를 관리하고, 리스크를 분담하고자 하는 과정이 가장 중요하다는

것을 알 수 있다. 또한 리스크 관리는 프로젝트 개발단계에서부터, 설계, 입찰 및 시공단계까지 관리해야 하는, 즉 프로젝트 전 과정에서 지속적으로 관리해야 하는 체계적인 관리시스템이 되어야 한다는 것을 확인할 수 있다.

최근 GTX 개발사업, 도시철도사업 등과 대형 지하개발사업이 주요 현안이 되고 있다. 이러한 대형 지하 프로젝트에서의 안전관리 및 제 3자와의 민원 그리고 환경 영향에 대한 문제는 매우 뜨거운 이슈가 되고 있음이다. 이러한 경우 대심도 지하 안전과 환경에 대한 정량적인 리스크 평가와 선진적인 리스크 관리는 발주자와 시공자 그리고 제3자와의 상충요소를 해결할 수 있는 합리적인 방법이라고 생각한다.

이를 위해서는 관련학회를 중심으로 국내 지하터널공사에 적용할 수 있는 공인된 지침이 조속히 만들어져야 하며, 이의 적극적인 적용/운영을 통하여 프로젝트 당사자의 이해관계를 효과적으로 조율하고, 국민들이 믿을 수 있는 안전한 지하공사를 실현해야 할 것이다.

참고문헌

1. 선진국에서의 지하공사 리스크 및 안전관리 시스템, 2016, 한국방재안전학회 2016 학술대회.
2. 지하공사에서의 프로젝트 리스크 및 안전관리 시스템, 2017, 한국프로젝트경영협회 2017 PM 심포지엄.
3. 선진국형 터널공사 건설시스템, 2018, KTA 정책연구보고서, 한국터널지하공학회.
4. 선진국 지하대심도 개발에서의 핵심이슈와 대책, 2019, 지하대심도 건설기술세미나.
5. Guidelines for Improved Risk Management on Tunnel and Underground Construction Projects in USA, Underground Construction Association of SME, 2012.
6. Joe O'Carroll, Guidelines for Improved Risk Management on Tunnel and Underground Construction Projects in USA, Risk Management in Underground Construction Conference, 2017.
7. John Reilly, A Short History of Risk Management, Risk Management in Underground Construction Conference, 2017.

[본 기사는 저자 개인의 의견이며 한국터널지하공간학회의 공식입장과는 무관합니다.]