

설계평가 사유서

의 안 명	인천공항 제2여객터미널 연결철도 건설공사
평 가 분 야	철도계획
입찰업체명	현대건설(주)

평가항목	항목별 평가사유
○ 사전조사의 적정성 (1점)	<ul style="list-style-type: none"> 본 평가항목은 각종현황조사 및 관련계획검토와 측량,골재원,지장물조사 등에 대한 충실성여부가 중요한 기준으로 업체간 다소차이가 나타남. 기존공항시설 운영 지장배제,공항확장계획 고려, T2정거장계획,IBC-2 예정정거장계획,PBD 배수지 저축해소,사토및토취장조사 등에 대한 조사여부로 평가하며, 업체별로 다소 차이가 나타나며, 업체별 검토내용은 다음과 같음. <현대건설(주)> <ul style="list-style-type: none"> 노선대 주변의 골재 및 재료원을 조사하였으며, 토공(발생토, 반입토, 사토) 유용계획을 수립 기술조사 관련 제3활주로 및 하부 연직배수재(PBD) 조사 미흡에 따른 저축으로 공항침하 안정성이 우려됨 현 운행중인 제3활주로 GP민감·임계구역은 조사하였으나 장래 제4활주로 운행시 GP민감·임계구역 확장계획 조사 미흡 T2전면시설과의 인터페이스 미비로 인해 적정 단면레벨계획 조사 미흡 향후 개발예정인 IBC-II 지역에 철도 등 연계교통 서비스 제공을 위한 중간역 설치 가능하도록 토지이용 효율성 및 진입로 계획을 고려하고 연계 교통망은 공항철도 연장, 서틀철도, 서틀버스 검토 수리·수문 조사내용을 근거로 남측유수지 계획홍수위(H.W.L-102.0)를 반영한 종단계획 및 시설물계획 기술조사 노선에 저축되는 지장물(벨트컨베이어 파일)을 조사·설계 반영하여 우회노선 계획 <대림산업(주)> <ul style="list-style-type: none"> 노선대 주변의 골재 및 재료원을 조사하였으며, 토공(발생토, 반입토, 사토) 유용계획을 수립하고, 토취장은 안정적 활용이 가능하도록 삼목2도 활용계획 수립 기술조사 관련 제3활주로 및 하부 연직배수재(PBD) 근접통과로 공항침하 안정성이 우려됨 현 운행중인 제3활주로 GP민감·임계구역은 조사하였으나 장래 제4활주로 운행시 GP민감·임계구역 확장계획 조사 미흡 T2전면시설과의 인터페이스를 미비로 인해 적정 단면레벨계획 조사 미흡 IBC-II 정거장 계획(단기BRT, 장기 TRAM의 연계 교통망 계획) 남측 유수지 계획홍수위 및 공항부지 계획고를 조사하여, 안정적인 연결철도 시공기면 확보 <현대산업개발(주)> <ul style="list-style-type: none"> 사업 관련된 여러 기관과의 사전 협의, 국내외 전문가 자문의견, 철도관계자 설문조사등을 실시하여 반영함 노선대 주변의 골재 및 재료원을 조사하였으며, 토공(발생토, 반입토, 사토) 유용계획을 수립하고, 토취장은 삼목2도 활용에 따른 안정적 활용계획 수립 기술조사 관련 제3활주로 및 하부 연직배수재(PBD) 위치와 심도를 조사하여 매립토 침하 고려 PBD배수재 EL-3.3m~-11.3m 설치 ICAO기준을 분석하여 제4활주로 확장을 고려한 GP민감·임계구역 조사 장래IBC-II 정거장 계획(연계교통수단 검토 및 개발수준에 따른 경제성 분석 등)을 수행 종단계획을 남측유수지의 계획홍수위(H.W.L=102.0)이상 확보하였으나 이에 대한 수리·수문 조사내용이 없으며 설계반영이 미흡함 노선에 저축되는 벨트컨베이어 파일에 대한 지장물조사가 미흡함

평가항목	항목별 평가사유
○ 설계기준 반영의 적정성 (2점)	<p>• 본 항목의 평가기준은 입찰안내서 요구조건 및 반영의 부합성으로, 업체별 반영 정도에서 다소간의 차이가 나타나며, 업체별 검토내용은 다음과 같음.</p> <p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 설계기준 중 설계속도, 선로중심간격, 시공기면폭, 취급기울기 등은 기술조사 보다 동등하거나 상향하여 기본설계에 반영 • 입찰안내서 설계지침에 “시공 시 개착구간은 장애물 제한표면 및 항행안전무 전시설과의 간섭사항을 검토하여 활주로 운영에 지장을 초래하지 않는 범위에 선정”을 제시하였으나 GP민감·임계구역에 입출고선 및 환기구#1 저축이 예상될 수 있음 되어 장래 공항 확장성 미반영 • 운영 시 환기계획을 고려치 않아 유지보수곤란 및 작업환경 우려되고 GP민 감·임계구역 내 저축이 예상될 수 있음 • 철도시설안전세부기준을 준수하여 점검원 통로 800mm 확보한 시설계획 수립 • 전철전력과 인터페이스 미흡으로 입출고선 공항남로 BOX부 전차선 설치 어려움 <p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 설계기준 중 설계속도, 선로중심간격, 시공기면폭, 취급기울기 등은 기술조사 보다 동등하거나 상향하여 기본설계에 반영 • 입찰안내서 설계지침에 “시공시 개착구간은 장애물 제한표면 및 항행안전무 전시설과의 간섭사항을 검토하여 활주로 운영에 지장을 초래하지 않는 범위에 선정”을 제시하였으나 GP민감·임계구역에 입출고선 저축이 예상될 수 있음 • 운영시 환기계획을 충분히 고려치 않아 유지보수곤란 및 작업환경 우려되고, GP민감·임계구역내 저축이 예상될 수 있음 • 점검원 통로 및 대피로 미확보로 철도시설안전세부기준에 미흡 • 쉼터터널 종단기울기를 3%이상 확보하여 철도설계기준 준수 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 설계기준 중 설계속도, 선로중심간격, 시공기면폭, 취급기울기 등은 기술조사 보다 동등하거나 상향하여 기본설계에 반영 • 전문가(항공대, 항행안전시설협회) 검증을 통해 GP민감·임계구역에 차량기지 및 입출고선, 환기구 침범등을 배제한 선형계획으로 입찰안내서 공항관련 설계 지침과 항행안전설계기준을 준수 • 환기구 위치는 QRA분석을 통하여 열축적 방지 및 오염물질 제거, 승객 신선 공기공급, 유지보수요원 작업환경 개선 위해 환기계획을 수립하였으며, 복선 BOX구간 점검원 통로 800mm 확보하여 철도시설안전세부기준을 준수 • 입찰안내서 및 관련법규를 검토하여 설계요구조건에 적합 또는 향상되도록 전반적으로 검토하여 반영

평가항목	항목별 평가사유
○ 철도 기능에 부합한 설계 적정성 (1점)	<ul style="list-style-type: none"> 평가기준으로 평면 및 종단선형설계의 적정성, 노선훈성에 따른 선형 전후 접속 검토, 대안노선 선정 및 최적노선 선정 여부, 궤도·전철전력·신호제어·정보통신 등 인터페이스 적절성, 토공 배수시설 부대시설 설계의 적정성 등이 있는데, 업체별로 차이점이 나타나며, 검토내용은 다음과 같음. <p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> 공사 중 기존선 기능유지, 운행선 근접공사에 따른 단계별 시공, 운영중 열차 운행 효율성을 확보하기 위한 노선접속을 검토 하였으나 AREX 입출고선에 작업구 설치, 굴착버력 및 기존구조물 철거 부재, 운반거리 과다로 작업조건 불량 및 공항철도 안정성 미확보 제4활주로 확장계획 미반영한 선형계획으로 GP민감·임계구역에 차량기지 입출고선(토공) 및 환기구#1 저축이 예상될 수 있음 장래 IBC-II 정거장은 장래 확장을 감안한 규모 및 배선계획을 수립하였으나 연계 교통수단 검토자료 미흡 제3활주로 하부 PBD저축으로 시공성 저하 및 공항침하 우려 공항3단계 사업과의 연계성 고려한 기존 영구용 및 임시용 보안울타리 계획 반영 전철전력과 소통부재로 심플커티너리 설치 미고려한 입출고선 공항남로 개착 BOX부 내공높이 미적용 콘크리트 도상 강화노반두께 200mm를 400mm 상향 적용 선로연장을 기술조사 대비 458m 단축하여 표정속도가 향상되었으며 최소 곡선반경을 확대(R=400m->R=600m)하여 열차운행성 향상 종단은 최급기울기를 기술조사 20%에서 18.5%로 완화하여 열차운행효율을 향상하였고 T2역 기울기를 개선(L -> 2%)하여 자연배수 확보 <p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> 공사중 기존선 기능유지, 운행선 근접공사에 따른 단계별 시공, 운영중 열차 운행 효율성을 확보하기 위한 노선접속을 검토 하였으나 접속부 기존구조물 개량범위 증가로 기존시설물 저축 과다 및 공항철도 안정성 확보에 다소 미흡 제4활주로 확장계획미반영한 선형계획으로 GP민감·임계구역에 차량기지 입출고선(토공) 및 환기구#1, 비상계단 저축이 예상될 수 있음 장래 IBC-II 정거장은 T1~T2 연결도로 측면부지를 활용하는 방안을 제시 하였으며, 연계 교통수단 검토시 지상·지하정거장 계획으로 경제성 확보가 다소 미흡함 제3활주로 하부 PBD배수재 저축을 배제한 계획을 수립하였으나, PBD배수재 근접통과로 시공성 저하 및 공항침하 우려 T2역 종단고 기술조사 대비 종단 상향 효과 미흡으로 경제성 확보가 다소미흡 공항3단계 사업과의 연계성 고려한 기존 영구용 및 임시용 보안울타리 계획 반영 콘크리트 도상 강화노반두께 200mm를 500mm 상향 적용

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 철도 기능에 부합한 설계 적정성 (1점)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 기본계획, 기술조사, 비교안 노선에 대하여 성능/가치, 열차주행 안전성, 선형 전·후 접속 등을 검토하여 최종 노선 선정 • 활주로구간 최소곡선반경을 기술조사 R=400m에서 R=600m으로 확대하여 열차 통과속도 상승, T2역 도착시간 및 열차운행 효율성 향상 • 입출고선은 노선연장을 기술조사 대비 500m 단축시켰고 최급기울기를 20%에서 4%로 완화하여 열차운행효율 향상 • 설드터널구간은 기울기를 3% 적용하여 원활한 배수가 이루어지도록 함 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 기존 구조물 개량 최소화 계획, 비개착구간 직선화, 장래4활주로 GP민감·임계구역 저축배제, 공항통과 연장 최소화, 활주로 하부 PBD저축 해소, 중단 급기울기 배제, T2역 중단고 상향으로 정거장 기능 최적화하여 시공성 개선, 공항침화 안정성 확보, 공사비 절감계획 수립 • 공항3단계 사업과의 연계성 고려한 기존 영구용 및 임시용 보안울타리 계획 반영 • 콘크리트 도상 강화노반두께 200mm를 500mm 상향 적용 • 전철전력과 원활한 인터페이스를 통한 심플커티너리 설치를 고려한 입출고선 개착박스 내공높이 적용 • 기본계획, 기술조사, 비교안 노선에 대하여 성능 및 가치분석, 열차주행 안전성, 선형 전·후 접속 등을 검토하여 최종 노선 선정 • 대안노선, 최적노선, 분야 간 인터페이스, 토공, 배수시설, 부대시설 등을 종합적으로 고려 • 기존구조물 개량 범위를 최소화하기 위해 계류장구간에 궤도 반향곡선 1개소, 활주로 구간 곡선반경 R=400을 적용하였으나, 열차속도 및 운행효율성은 기술조사 대비 다소 저감됨

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 열차운영 및 안전을 고려한 철도계획 수립 여부 (2점)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 평가기준으로 정거장 배선계획의 적정성, 터널환기방재 및 안전시설 배치의 적정성, 운영시 사고방지대책의 적정성, 운행선 인접구간 및 열차안전운행을 고려한 단계별 시공계획 수립여부로 업체별로 차이점이 나타나며, 검토내용은 다음과 같음. <p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> 단계별 시공시 AREX 일반열차 자선착발 및 반복선을 사용하며, 직통 및 차량기지 운행열차는 입출고선 단선 양방향 운행으로 공사중 AREX 반복기능 저하 및 본선 건널선 운행으로 운행지장 발생 복선BOX구간 양측대피로 800mm확보 및 대피통로 5개소 설치로 철도시설 안전세부기준 준수 및 운영시 사고방지 대책 마련 철도단선터널(1,720m) 대피통로 1개소 설치를 계획하였으나 제연풍속 미확보로 연기 침강 및 전파전 안전구역으로 대피, 피난 위험성 노출 터널내 모니터링시스템 구축으로 열차안전운행 확보 <p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> 단계별 시공시 AREX 일반열차 자선착발 및 반복선을 사용하며, 직통 및 차량기지 운행열차는 입출고선 단선 양방향 운행으로 공사중 AREX 반복기능 저하 및 본선 건널선 운행으로 운행지장 발생이 예상됨 화재시 승객 안전을 위한 방재시설 계획을 수립하였으나 복선구간 양측대피로 미확보 및 단선터널(1,660m) 대피통로 3개소 설치간격 380m~460m로 대피, 피난 안전성 확보에 다소 미흡 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> S.C.O분기 및 공사 중 AREX 반복기능 유지(반복 2선)로 기존 구조물 개량 범위 최소화 계획 수립 복선구간 양측대피로 800mm확보 및 대피통로 5개소 설치로 철도시설 안전세부기준 준수 및 운영 시 사고방지 대책 마련 제3활주로 포장구간 노출 장애물(계측기) 배제로 항공기 운항 안전성 확보 단선터널(1,770m) 대피통로 5개소 설치 대피로 및 피난 안전성 확보

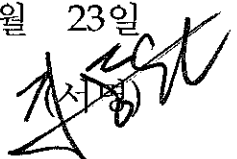
평가항목	항목별 평가사유
○ 경제성 분석을 통한 철도계획 수립 여부 (3점)	<ul style="list-style-type: none"> • 평가기준으로 유지관리비 절감을 위한 효율적 시설물 계획, 용지보상비 절감 및 지장물 저축을 최소화한 선형계획 등이 있으며, 업체별 차이가 명확히 나타나며, 업체별 주요 검토내용은 다음과 같음. <p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 제2여객터미널 연계성을 고려한 T2역 종단 상승이 미흡하여 경제성 확보가 다소 미흡 • 횡갱 NATM공법 적용으로 지하수 유입량, 유지관리비 증가가 예상 • LED형 신호기, 29kV 가스절연 개폐장치, 니켈수소 축전지 계획 수립하였으나 유지관리 시설물 계획이 다소 미흡 • 노선연장을 기술조사대비 457m 단축하여 열차운행 효율성 및 공사비 절감 효과 발생 <p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 제2여객터미널 연계성을 고려한 T2역 종단고 상승이 미흡하여 경제성 확보가 다소 미흡 • GP민감·임계구역의 일부 저축을 예상할 수 있어 항행안전시설을 고려한 선형계획이 다소 미흡 • T2역 연계성, 공항철도 BHS 이전 등 제2여객터미널 연계성을 고려한 VE 분석 수행 • 점검원 안전을 위한 점검통로 미반영 • 횡갱 NATM공법 적용으로 지하수 유입량 및 유지관리비의 증가가 예상 • 연약지반에 콘크리트도상 적용으로 유지관리비 증가 예상 • 노선연장을 기술조사대비 540m 단축하여 열차운행 효율성 및 공사비 절감 효과 발생 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 기존 시설물 저축 최소화, 지하수위 차수대책, 본선 콘크리트 도상, 횡갱접속부 그라우팅 보강, 유지관리통로, 토공구간 레일변위계 설치 • T2역 연계성, 공항철도 BHS 이전 등 제2여객터미널 연계성을 고려 • 항행안전시설 고려하여 노선 92m이격한 선형 계획으로 GP민감·임계구역 저축 배제 • 내구년한 동안 염해대책, 접속부 누수 및 방수 방지대책, 세그먼트 뒤편채움, 주입구 누수대책, 점검원 안전을 고려한 시설 등 유지관리자 의견 수용 • 장래 확장을 고려한 종단선형 계획으로 향후 사업비 증가 요인을 최소화 • 유지관리비 및 용지보상비 절감, 지장물 저축 최소화로 경제성 확보 • 쉘드터널 구간에서 횡갱의 집수정 설치계획 및 종단 역구배 배수계획으로 유지관리 효율성 저하, 비용증가가 예상됨

평가항목	항목별 평가사유
○ 환경친화적 철도설계의 창의성 (2점)	<ul style="list-style-type: none"> • 평가기준으로 환경현황조사의 적정성, 소음·진동·수질오염·온실가스 등 환경영향에 대한 저감방안 수립의 적정성, 에너지 효율성 등이 있으며, 업체별로 다소 차이가 나타며, 검토내용은 다음과 같음. <p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 환경현황 검토 및 영향 예측을 통한 항목별 저감대책 수립 • 수질, 토양, 대기질, 소음진동, 해양수질, 지하수 조사 • 소방대분소 이격거리 고려한 영향예측 수행 • 공사시행구간에 살수차 운행 <p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 공사중, 운영중 환경피해 최소화 시설계획 수립 • 수질, 토양, 대기질, 소음진동, 지하수 조사 • 소방대분소 이격거리 고려한 영향예측 • 공사시행구간에 이동식·고정식 가설방음벽 및 살수차 운행 • 레일연마, 장대레일, 노스가동분기기 등 소음진동 저감 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> • 환경피해 예상지역에 저감대책 수립후 환경영향 최소화 수립 • 수질, 토양, 대기질, 소음진동, 해양수질, 지하수 조사 • 철도 운영에 의한 기존 공항시설물(16LLZ), 4활주로 예정부지(16R LLZ, 34L GP) 및 소방대분소(지열시스템) 예정시설물 등의 공항시설물 영향이 최소화 될 수 있도록 최대 이격거리를 확보한 철도계획 수립 • 소방대분소 이격거리 및 주변 구조물, 지형 현황까지 고려한 영향예측 및 영향범위 산정 • 비산방진막 및 살수장비를 통해 FOD 영향 저감 • 레일연마, 장대레일, 고탄성 패드 등 소음진동 저감 • LED조명으로 온실가스 저감 및 에너지 절감 • 환경영향조사 및 환경영향 저감방안 수립

한국철도시설공단 설계자문위원회운영지침 제32조 제2호의 규정에 의하여 위와 같이 평가사유서를 제출합니다.

2012년 11월 23일

심의위원 : 김 동 선



한국철도시설공단 설계심의위원회 위원장 귀하

설계평가 사유서

의안명	인천공항 제2여객터미널 연결철도 건설공사
평가분야	토목구조
입찰업체명	현대건설(주)

평가항목	항목별 평가사유
○ 구조물 계획 수립의 적정성 (2점)	<p>대림산업(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현지여건의 분석 및 위치선정 <ul style="list-style-type: none"> · 장애물제한표면 분석으로 비개착 연장 64m 단축 · 여유부지 활용으로 기존입출고선 구조물 철거 최소화 · 항공기 운항지장 배제 및 점유 최소화 위해 제3활주로 횡단부 쉴드터널 연장 확대 · 최대홍수위 102.6m 고려하여 U-type 구조물 계획 · 기존구조물 현황조사 및 보강 구조물 안전진단 (염화물,콘크리트 강도,철근 탐사시험,탄산화 깊이) · 기존구조물 시공중 문제점 및 철거,보강 사례조사 · 비행안전구역,계기착륙시설전파보호구역,공항보안 및 소방관련 기준 분석 - 터널형식의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 본선구조물:폭800mm 대피통로 및 공동구 단면 확보,하차계단, T2까지 이동통로 설치로 승무원 편리성 향상 · 공항부지계획고 반영하여 장래 공항부지 활용에 문제 배제 · 최대홍수위 102.6m 고려하여 U-type 구조물 연장 확장 · 본선 개착구조물에 부력방지기 적용 및 부력키 크기 확대 · 용유차량기지 입출고선 접속부 구조물 간섭 최소화 - 부대시설 계획수립의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 환기구: 3개소 환기구 설치 · 집수정:시점부 2개소, 종점부2개소 설치 · 방재시설:제연성능 검증,지상 탈출계단 신설,공사중 임시차수벽 설치 · 비개착터널과 구조물 접속부:보강거더 및 지수판,지수재로 보강 · 개착BOX와 쉴드터널 접속부:세그먼트 외부로 갯문보강 및 차수콘크리트 보강 - 설계기준 수립 및 세부 구조계획의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · TRcM 갤러리관/슬래브관 세부설계,추진관 선형관리대책, · 관추진시,트렌치 벽체굴착시,박스 내부 굴착시 침하방지 대책 · 갤러리관,슬래브관 단부 세부 처리 계획 · 기존구조물 상부로 통과하는 갤러리관 종단 S커브 배제로 선형관리 유리 · 트렌치 거더 및 벽체 시공방안,형강/강판 보강 상세계획 수립 · 기둥 철거,벽체 철거,운행선 근접 공사 안전대책 수립 · 슬래브와 벽체, 비개착 보강구간, 철거 및 확장구간, 비개착 상부 슬래브 등 주요부 방수상세계획 수립

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 계획 수립의 적정성 (2점)</p>	<p>현대건설(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현지어건의 분석 및 위치선정 <ul style="list-style-type: none"> · 시점부/주차장진출입로,커브사이드교량,제3활주로 항공유도 장치 · 중간부/소방대분소,소방훈련장,2단계부지조성용 강관존치확인 · 종점부/제3활주로 이착륙 횡수,T2현황,커브사이드교량예정위치 · 시점부 상부지장물(청사주차장 진출입박스,커브사이드교량등) 간섭 및 기존구조물 철거범위 최소화를 위해 제빙계류장으로 위치변경하여 상부지장물 간섭배제 · 장비운영 시물레이션 분석 통해 제4활주로 개착공법 위치설정 으로 비행안전성 확보 · 소방훈련장,보안울타리 및 벨트컨베이어 강관기초 저축 배제를 고려하여 터널 위치 선정 - 터널형식의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 계류장,시점부 제3활주로TRcM 공법적용으로 안전성 확보 · 비개착구간 PSTM 공법 적용으로 안전성 확보 · 환기용량 검토를 통한 환기효율 극대화(환기구#1,2,3) · 비상시 철도승객의 안전성을 고려한 연결통로 설치 - 부대시설 계획수립의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 후속공정 원활한 접근성 고려 레일 및 자재투입구 계획(#1,2,3) · 100년 빈도의 강우 고려한 집수정 설치(#1,2) · 구조물 철거시 방음,방진벽설치로 공항철도운행구간과완전분리 · 승무원 승하차용 계단 설치로 안전성 향상 · 개착박스,TRcM,신구구조물 접합부,샐드TBM:철저한 방수계획 · 2중 방화문과 제연설비를 갖춘 폭 3.5m * 높이 3.4m 피난 대피통로 설치 - 설계기준 수립 및 세부 구조계획의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 최적화 개착박스 단면:대피로 확보(0.8 *2.1m)로 안전기준준수 · 시점부 연결부:강관추진공법에 의한 상부하중 제거 및 내부 벽체 보강으로 기존구조물 철거시 구조안전성 확보 · 본선계획:항공기하중 고려한 단면 최적화,가압지보시스템 적용 으로 지반침하 방지,U-type에 부력방지기 설치 및 최대홍수위 ,전철주 고려한 계획 · 환기구:활주로 시설 고려한 위치선정,특고압 적용으로 전기실 면적 확보,주박선 구간을 고려한 배기계획 · 터널계획:좌우 양측에 0.7*2.1m 대피로 확보 · 제2여객터미널 연결부:커브사이드교량 하중에 대한 상부보강 및 하부에 강관파일 배치,주박선구간 풍도 설치로 지하환경 개선,분기기구간 확폭으로 선로전환기 설치 및 유지보수공간 (3.35m) 확보

평가항목	항목별 평가사유
○ 구조물 계획 수립의 적정성 (2점)	<p>현대산업개발(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현지여건의 분석 및 위치 선정 <ul style="list-style-type: none"> · KTX연결구간 및 분기기구간 기존구조물 개량필요 · 제3,4활주로 남측 GP민감구역 개착불가/지상구조물 설치불가 · 제3활주로 북측 항행안전 및 침하안정성 확보필요 · 원격계류장 조기착공 필요 · T2지역 상부전달 하중 고려한 구조물 계획 필요 - 터널형식의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 기존구조물 연결부:지하주차장구간/비개착공법,커브사이드구간 /경량콘크리트 치환,계류장구간/하중저감BOX 설치 · 제3활주로 남측:TRcM 공법, 제3활주로 북측:TBM · 원격계류장 조기 착공에 따른 도달부 개착구조물 선시공 · 제2여객터미널 커브사이드,T2 Wing 고려한 구조물 계획 - 부대시설 계획수립의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 환기구:시점부 1개소,T2쪽 4개소 설치로 환기효율 극대화 · 배수 및 집수정:우수 및 유입수 처리를 위해 시점부1개소, T2쪽 3개소 설치로 유지관리 편의성 도모 · 방수계획:개착박스/자착식 일체형 슈트방수, 하중저감박스,신구구조물 접합부/액상멤브레인 도포 · 안전 및 유지관리 시설물: 대피로 공간/0.8*2.0m 박스 양측, 구간구역 및 특별피난계단 설치, 대피통로설치 /쉴드터널2개소,개착박스3개소 - 설계기준 수립 및 세부 구조계획의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> · 폭 800mm 양측면 대피로 설치 · 하중저감BOX 및 앵커를 이용한 보강계획 · 커플러를 이용한 기존/신설 슬래브 강결접속으로 구조연속성 · 케미컬 앵커와 커플러를 이용한 벽체 신설 · TBM장비 U-turn 공간확보를 위해 구조물 내공 26.4m 계획 · T2역 계획을 고려한 접속부 본선구조물 계획 수립 · T2역 커브사이드 교각기초 간섭 배제한 구조물 계획 <p>➡</p> <p>*공항철도 시점구간 연결부 위치최적화로 지장물 저축배제 및 보강 최소화로 타사에 비해 매우 우수(기동철거 99개소)</p> <p>*제3활주로남측:TRcM(Ø2000궤리리관,Ø1000슬래브관)공법이 매우 경제적으로 최우수(궤리리관 허용응력/작용응력, 112%)</p> <p>*터널형식 적절 및 타사에 비해 지면으로부터 터널 위치가 상대적으로 깊지 않아 T2 여객터미널 동선에 유리</p> <p>*부대시설 및 세부구조계획 적정</p>

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 공법 선정 및 시공 방법의 적정성 (5점)</p>	<p>대림산업(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존구조물 보강방안 <ul style="list-style-type: none"> · 기둥철거 199개소(답변서) · 지하주차장/Mass conc 및 보강그라우팅, 커브사이드/교각기초 확장 및 SRC기둥 신설 · 계류장:TRcM(Ø2500갤러리관,Ø1800슬래브관)공법 · 제3활주로남측:TRcM(Ø2500갤러리관,Ø1000슬래브관)공법 (갤러리관 허용응력/작용응력, 123%/답변서) · 비개착BOX:TRcM(Ø2500갤러리관,Ø1000슬래브관)공법 - 인천국제공항 안전운행 도모 공법 <ul style="list-style-type: none"> · 비개착공법 Mass conc,보강그라우팅,SRC기둥신설,TRcM적용 · 제3,4활주로 복단 단선병렬 쉼트TBM 적용 및 PBD 저축 배제 - 인천국제공항 운영을 고려한 시공방법 <ul style="list-style-type: none"> · 제3활주로 남단 비행안전구역 및 전파보호구역내 TRcM적용 · 제3활주로 복단 쉼트TBM 공법 적용 및 소방도로 저축 배제 · 공항부지 계획고 고려하여 구조물 높이, 연장 계획 · 인천공항3단계 및 장래확장 고려하여 T2연결부분 구조물 계획 · 임시보안울타리 설치 및 도로이설로 공사지역 랜드사이드화 <p>현대건설(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존구조물 보강방안 <ul style="list-style-type: none"> · 기둥철거 99개소(답변서) · 계류장:TRcM(Ø2000갤러리관,Ø1200슬래브관)공법 · 제3활주로남측:TRcM(Ø2000갤러리관,Ø1000슬래브관)공법 (갤러리관 허용응력/작용응력, 112%/답변서) · 비개착BOX:PSTM(Ø800강관다단,Ø100막장전면보강)공법 - 인천국제공항 안전운행 도모 공법 <ul style="list-style-type: none"> · 비개착공법TRcM,PSTM적용,다이아몬드 와이어쇼 공법적용 · 구조물내 대피로(0.8*2.1m)확보,구조물거동계측,염해내구성확보 · 공사중 가설칸막이 설치로 동선분리 · 터널 중앙부에 대피통로 1개소 설치 - 인천국제공항 운영을 고려한 시공방법 <ul style="list-style-type: none"> · 계류장,제3활주로 안전구역 TRcM공법 · 운영중 구조물 거동 실시간 자동 계측 · 터널구간 심층혼합처리 및 PBD 간섭배제로 침하영향 최소화 · 안전구역 환기구#1돌출0.07m 및 환기구#3교각,계류장저축배제

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 공법 선정 및 시공 방법의 적정성 (5점)</p>	<p>현대산업개발(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존구조물 보강방안 <ul style="list-style-type: none"> · 기둥철거 98개소(답변서) · 지하주차장/PRS공법, 커브사이드/경량conc 치환 하중저감공법 · 계류장:분기기 신설에 따른 기둥철거구간 TRcM공법 · 제3활주로남측:TRcM(Ø2000갤러리관,Ø1000슬래브관)공법 (갤러리관 허용응력/작용응력, 150%/답변서) - 인천국제공항 안전운행 도모 공법 <ul style="list-style-type: none"> · 비개착공법PRS,경량conc 치환,TRcM적용 · 제3,4활주로 복단 단선병렬 쉴드TBM 적용 및 PBD 저축 배제 · 제3,4활주로 장애물 표면제한 검토 · 시공중,운영시 항행안전시설 안정성 검토 및 항공충돌위험분석 - 인천국제공항 운영을 고려한 시공방법 <ul style="list-style-type: none"> · 제4활주로 GP민감구역을 고려한 시설물 계획 · 공항내 입지 여건을 고려한 본선환기구 위치 선정(#1,2,3,5) · 제2여객터미널 시설을 고려한 구조물 시공방안 수립 · 인천공항3단계 원격계류장 조기 운영을 고려한 터널공사 계획 <p>➡</p> <p>공항철도 연결부 위치최적화로 지장물 저축배제 및 보강 최소화로 타사에 비해 매우 우수(기둥철거 99개소)</p> <p>제3활주로남측:TRcM(Ø2000갤러리관,Ø1000슬래브관)공법이 매우 경제적으로 최우수(갤러리관 허용응력/작용응력, 112%)</p> <p>안전운행 도모공법 TRcM,PSTM 적용 및 정밀철거 공법 우수</p> <p>운영을 고려한 시공공법 적정</p>

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 터널 공법 선정 및 시공방법의 적정성 (5점)</p>	<p>대림산업(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공법: 토압식셜드TBM, 제3활주로 17.5m아래 통과, 연장중간 1507m, 곡선반경 600m, 굴진속도 8m/일 - 세그먼트: 외경7.7m, 폭1.6m, 두께30cm, 3열수팽창지수재 - 갯문: 발진부15m 고압분사 보강 - 버력처리:상하선 작업장에 작업구2개소, 젠추리 크레인으로 수직 인양후 호퍼+덤프트트럭으로 버력처리 - 대피통로:피난횡갱3개소 (외경 4.8m, 폭3.5m*높이 2.5m), 460m간격 <p>현대건설(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공법:토압식셜드TBM, 제3활주로 10.2m아래 통과, 연장최대 1636m, 곡선반경 800m, 굴진속도 9m/일 - 세그먼트:50Mpa, 외경8m, 폭1.5m, 3열수팽창지수재 - 갯문:발진부 고압분사지반보강/N30이상, 도달부 심층혼합처리공법 - 버력처리:갱내에서 버력대차로 운반후 갯외 토사피트 덤핑하여 덤프트트럭으로 경사로를 이용한 신속한 근거리 버력처리 - 대피통로: 피난대피통로 1개소(폭3.5m*높이 3.4m), 기밀형 2중 방화문 설치 <p>현대산업개발(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공법:토압식셜드TBM,제3활주로 18.1m아래 통과(TBM 굴착중 PBD 간섭 원천적으로 배제한 최대 토피고), 연장최소 1102m, 곡선반경 600m 굴착초기 100m구간 시험굴착 통한 적정 막장압 산정, - 세그먼트:45Mpa,외경7.8m,폭1.5m,두께35cm, 2열수팽창지수재 - 갯문:발진부12m,도달부9m 보강,고압분사그라우팅 - 버력처리:갱내에서 버력대차로 운반후 30톤 문형크레인으로 수직 인양하여 호퍼+덤프트트럭으로 버력처리 - 대피통로:대피통로 5개소(폭2.25m*높이 2.25m), 420m간격 <p>➡</p> <p>터널 연장 최장으로 설계하여 상대적으로 비경제적.</p> <p>PBD 간섭 최소화(10.2m)로 안정적 굴착공법이나 상대적으로 타사에 비해 지표로부터 얇음.</p> <p>세그먼트, 갯문, 버력처리 적절</p>

평가항목	항목별 평가사유
○ 유지관리 및 계측시설 계획의 적정성 (2점)	<p>대림산업(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지능형계측시스템 구축 및 248개소 계측기 설치 - 계측시스템 유지관리계획 수립 및 운용중 47개소 계측기 설치 - 유지관리 시설계획:BOX공동구 대피통로,완전배수가능한 집수정, 본선환기구 설치,지하 터널 유입수 차단 - 공용중 안전점검계획:기존구조물구간 및 T2정거장 지축구간 38개 계측기 안전점검,법규에 따른 정기점검, 정밀점검,정밀안전진단. <p>현대건설(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시공중 및 공용중 자동화계측시스템 구축 - 구조물과 지반거동의 스마트계측을 통해 구조물 안정관리 및 공항 운영 안전 확보 - 시점부 비개착구간,개착/비개착박스 및 Utype구간 계측기설치 - 터널구간 시종점부,소방훈련 인접부,활주로 통과부 계측기설치 - 유지관리 시설계획:본선환기구 3개소설치,대피통로,터널부 점검통로,박스구간 점검원 양방향 이동 통로, - 공용중 안전점검계획:기존구조물 시점부 비개착구간과 터널 입출구,라이닝,활주로 환기구 구간 중점점검 법규에 따른 초기점검,정기점검,정밀점검 및 정밀안전진단. <p>현대산업개발(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 웹기반의 자동화계측시스템 구축 및 176개소 계측기 설치 - 자동형 무타겟 토탈스테이션 - 활주로 전체의 면단위 침하/변위 계측 - 운용중 45개소 계측기 설치 - 유지관리 시설계획:점검원 통로,대피통로5개소,집수정 호이스트, - 공용중 안전점검계획:계류장,개착BOX,Utype,쉴드TBM구간 점검 및 법규에 따른 주간점검(1회/주),정기점검, 정밀점검,정밀안전진단. <p>➡</p> <p>시점부 비개착구간,개착/비개착박스,U-type구간 및 터널구간 시종점부,소방훈련 인접부,활주로통과부 계측기의 구조물별,위치별 상세 계측센서 배치계획 수립 매우 우수</p> <p>유지관리 시설계획/공용 중 안전관리계획 우수</p>

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조계산 및 단면설계의 적정성 (2점)</p>	<p>대림산업(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개착BOX 구조물 <ul style="list-style-type: none"> · T1교량 하부 통과구간:단면력 및 내진 설계 안정성 검토 · T2교량 하부 통과구간:단면력 검토 · 비개착 외부보강:단면력 검토 · 구조물 내부보강:단면력 검토 · 비개착 표준구간:단면력 검토 · TRcM 추진력산정:선막장,관주면 저항력 및 관자중 고려하여 잵 위치 및 잵 용량 결정 · 건넘선구간 개착BOX(시점부):단면력 검토 · 내진 해석결과:2련 표준단면 지진 해석 · 비개착구간 지반해석(TRcM):상부 최대침하량은 허용치 만족 · 수정압축장 이론에 의한 T2교량 하부통과구간 구조물의 상부거더,하부거더 전단검토 결과 안정성 확보 - 내구성 설계 및 염해 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 목표내구연한100년 목표로 보강구간,신설구간 내구성 검토로 내구연한 112-123년 확보 · 염소이온 침투 해석을 통해 시멘트에 방청제 첨가,피복 확보 (1종보통 + FA20%+방청제, 순피복 84mm/답변서) - 수화열 해석 <ul style="list-style-type: none"> · 개착BOX,환기구에 대한 타설 단계별 수화열 해석으로 목표 균열지수 1.2 이상 확보 - 내화설계 <ul style="list-style-type: none"> · 2련 BOX구간 화열지속3시간 조건으로 검토결과 화재시 단면력 감소는 있지만 작용 외력에 안전 - 지반-구조물 상호작용을 고려한 시간이력해석 <ul style="list-style-type: none"> · 붕괴방지수준 재현주기1,000년,최대지반가속도0.154g 기준으로 지진해석 결과 내진 안전성 확보 - 양생 콘크리트 진동영향 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 열차속도80km/h시 진동을 고려한 콘크리트 양생 검토 - 기존 구조물 안전진단 <ul style="list-style-type: none"> · 지하구조물 조사결과 일부구간 신축이음부 실런트 탈락 및 누수 조사되었으며 탄산화 잔여깊이는 30mm

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조계산 및 단면설계의 적정성 (2점)</p>	<p>현대건설(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시점부 계류장 통과구간 <ul style="list-style-type: none"> · TRcM시공단계별2차원/3차원 단면력검토,보강앵커설계,DSM 적용한 강관추진용 작업구 설계 - 시점부 제3활주로 안전구역 통과구간 <ul style="list-style-type: none"> · TRcM시공단계별2차원/3차원 단면력검토,보강앵커설계,TRcM 미적용구간 철근정착장 설계 - 비개착박스 설계 <ul style="list-style-type: none"> · PSTM 적용구간 강지보재,콘크리트라이닝 구조검토 - 개착박스 설계 <ul style="list-style-type: none"> · type-A단면력,type-L단면력 검토,부력검토,수화열,균열폭계산 - U-type 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 단면력 검토,부력검토,균열폭계산 - 환기구 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 환기구#1 단면력 검토,부력검토,수화열,균열폭계산 - 지반-구조물 상호작용을 고려한 내진 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 붕괴방지수준,재현주기1,000년,최대지반가속도0.154g 기준으로 계류장,시점부제3활주로구간 3차원 지진해석,환기구/2면박스 2차원 지진해석 - 수화열 해석 및 온도균열 저감대책 수립 <ul style="list-style-type: none"> · 시점부계류장구간 및 환기구#1,개착박스type-A 저감대책 수립 - 내구성 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 계류장,시점부제3활주로,환기구#1구간 목표내구연한100년 목표 염화이온물 침투,탄산화,황산염에 대한 내구성 검토 (3성분계시멘트+ FA20%+고로슬래그30%, 피복 115mm/답변서) - 내화 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 계류장,개착박스,TBM터널구간 화열지속3시간 조건으로 검토하여 연성파괴 조건 만족 확인 - 정밀 구조해석 <ul style="list-style-type: none"> · 3차원 유한요소해석:중점부커브사이드 교량하부,환기구#1 · 크리프 및 건조수축 고려한 36,500 장기거동 검토 · 열차속도120km/h 및 진동을 고려한 콘크리트 양생 검토 · 계절별 거푸집탈형시기 및 U-type구조물 신축이음 검토 · 구조물 종방향 부등침하 안전성 검토 · 비개착구간 구조물 시공에 따른 지표 안정성 검토

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조계산 및 단면설계의 적정성 (2점)</p>	<p>현대산업개발(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주요 구조물 계산 <ul style="list-style-type: none"> · U-type,연결선2런 개착BOX,T2역 시점부 개착BOX확폭부,T2 시점부 환기구,철도TBM U-turn구조물,T2역 커브사이드 교량 하중을 반영한 개착BOX 단면력검토 - 내구성 설계: 2런BOX, 확폭부구간 목표내구연한100년 목표로 염화이온물 침투,탄산화,황산염에 대한 내구성 검토 (BOX구간:3성분계+고로슬래그+ FA, 철도터널:고로슬래그 40% 혼입/답변서) - 수화열 해석 <ul style="list-style-type: none"> · 확폭부,환기구,개착BOX구간 수화열해석 및 균열제어방안 수립 - 염소이온 침투해석: U-type,개착BOX,확폭부,환기구 염화물이온 침투해석 및 내구성 증진방안 검토 - 개착 BOX 내화해석 <ul style="list-style-type: none"> · 화열지속3시간 조건으로 내화 검토 및 화재시 안전성확보 - 구조물 안전성 검증 특수해석 <ul style="list-style-type: none"> · 열차진동에 의한 양생콘크리트 진동 안정성 해석 · 시점부 보강 단계별 3차원 해석 · 지하주차장 램프 하부통과 안정성 검토 · 계류장 하부 비개착 통과구간 안정성 검토 · 비개착 구조물 추진 단계별 유한요소해석을 이용 3차원 해석 · 비개착과 기존구조물 접속부 지반거동 및 구조적 안전성 검토 · 비개착 접속구간 기존구조물 안정성 검토 · 붕괴방지수준 재현주기1,000년,최대지반가속도0.182g 기준으로 전체구조물 지진해석 - 기존 구조물 안전진단:지하구조물,지상구조물 외관조사 및 재료 시험으로 균열확인 및 종합평가를 통해 보수,보강방안 수립 - 시점부 BIM설계 <ul style="list-style-type: none"> · 3차원 정보모델을 통한 최적의 설계안 도출 및 시공계획 수립 - 항행안전시설 영향 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 시공중 제3활주로,운영중제4활주로 항행안전시설검토 · 공항철도 운행시 전파영향 검토 및 공사중 항공등화시설 검토 - 장애물 제한표면 및 항공기 장애물 충돌위험 확률분석 <ul style="list-style-type: none"> · 시공중 투입장비의 장애물표면 저촉여부 검토 및 운영중 철도시설물의 장애물표면 저촉여부 검토 - 배수 및 집수정 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 2m³/km/분 배수량 기준으로 집수정 4개소 시설규모 검토 - 검증보고서:기존구조물 개량구간 및 비개착구조물 안정검토 내용에 대해 국내연구기관에 검증 받음. <p>➡</p> <ul style="list-style-type: none"> *위치별 TRcM,PSTM,U-type,환기구등 단면력 상세 검토 우수 *지반-구조물 상호작용을 고려한 내진 설계 상세 검토 우수 (계류장,시점부제3활주로구간 3차원 지진해석,환기구/2런박스 2차원 지진해석) *수화열 해석 및 온도균열 저감대책 상세 수립 우수 (시점부 계류장구간 및 환기구#1,개착박스type-A) * 장기거동 및 진동 고려한 양생등 정밀 구조해석 우수

평가항목	항목별 평가사유
○ 경제적인 구조물 계획 수립 여부 (2점)	<p>대림산업(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - VE:AHP기법 - LCC:100년 분석기간,할인율 4.5%,확정적/확률적 분석, 공법별 LCC비교분석 - 유지관리비:기술조사1.11, 기본설계 1.00, 9.8% 저감 - VE/LCC분석결과:총29항목분석, 평균39.5% 가치향상 - LCA분석결과:환경부하율 17.4%저감 <p>현대건설(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - VE:AHP기법 - LCC:100년 분석기간,할인율 2.2%,확정적/확률적 분석 - 유지관리비: - VE/LCC분석결과:총35항목분석, 평균52.4% 가치향상 - LCA분석결과:환경부하율 7.8%저감 <p>현대산업개발(주)</p> <ul style="list-style-type: none"> - VE:AHP기법 - LCC:100년 분석기간,할인율 2.6%,확정적/확률적 분석, 공법별 LCC비교분석 - 유지관리비:기술조사185.6, 기본설계 187.6 - VE/LCC분석결과:총40항목분석, 평균56.5% 가치향상(답변서) - LCA분석결과:기술조사 대비 환경영향지수 5.5%저감 <p>➡</p> <p>가치향상 우수(52.4%) 및 환경부하율 7.8%저감 우수.</p>

※ 평가사유서는 평가항목별로 입찰업체간 상대적 비교가 가능하도록 설계내용의 장·단점을 상호 비교하여 객관적으로 작성

한국철도시설공단 설계자문위원회운영지침 제32조 제2호의 규정에 의하여 위와 같이 평가사유서를 제출합니다.

2012년 11월 23일

심의위원 : 권영철 (서명)

한국철도시설공단 설계심의위원회 위원장 귀하

권영철

설계평가 사유서

의안명	인천공항 제2여객터미널 연결철도 건설공사
평가분야	토목구조
입찰업체명	현대건설(주)

평가항목	항목별 평가사유
○ 구조물 계획 수립의 적정성 (2점)	<p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 현지여건의 분석 및 위치선정에 있어 기존 구조물의 개량 연장이 737m로서 기둥철거와 벽체철거 수량이 상대적으로 많아 구조물의 철거 및 보강공사 중 기존 구조물의 안전성 확보를 위한 세부적인 대책수립이 필요하므로 구조계획 측면에서 상대적으로 미흡함 · 기존 구조물 철거 및 보강은 기존구조물 현황 및 보강사례를 분석하여 신뢰성이 높은 공법을 선정하고, 비개착공법은 준치 어스앵커 간섭해소 공법 선정 및 되메움토 지반내 강 관추진시는 지하수 대책을 수립함 · 비행안전구역 및 계기착륙시설 전파보호구역 내에는 비개착 공사 계획 적용 · T1정거장 기존구조물 변경공사구간은 공항철도 연계시설 확충사업시 협의된 기둥 철거·보강공법 적용으로 인허가 기간 단축 및 공법 신뢰성 확보 · T1정거장 기존구조물 변경공사 구간에서 커브사이드 교량 하부통과구간은 교각기초 확대 및 내부보강기둥 신설 후 기존 기둥철거로 안전성 저해요인을 배제하고, 주차장 진출램프 하부 통과구간은 램프벽체를 이용하여 토압지지 및 언더피닝 공사 계획으로 안정성을 확보함 · 계류장 통과구간의 보강계획은 비개착 TRcM공법을 적용하여 외부보강 실시 후 내부기둥을 설치하고 기존 의 기둥을 철거하여 상부 슬래브 하중은 외부보강 구조체에 의해 지지하는 계획 적용

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 계획 수립의 적정성 (2점)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 제3활주로 하부구간 통과계획은 제3활주로 침하를 최소화 하는 쉘드TBM 굴착공법 적용과 PBD 저축을 배제한 종단계획 수립 · 환기효율향상 및 비상시 제연기준을 만족하는 본선환기구 및 방재시설 계획 · 비상시 신속한 대피를 위하여 설계기준 수립 및 구축한계 분석시 본선박스내 대피로 확보 계획을 수립하는데 있어, 피난 대피통로의 피난시물레이션과 안전성분석(QRA)결과 3개소의 대피통로를 최대 피난거리 460m 이내로 확보하는 것으로 계획하여 비상시 승객 및 승무원의 안전을 확보하는 계획이 양호함 · 기존 구조물 상세조사 및 관련기준 분석을 통한 공항운영 및 보안에 영향 없는 구조물 계획수립 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 현지여건 분석 및 위치선정에 있어 기술조사와 비교하여 선형개선을 통한 개량범위를 최소화하여 개량 연장이 340m 이고, 기둥 및 벽체철거 수량도 상대적으로 작아 안정적인 기존구조물의 개량 계획을 적용함으로서 구조계획 측면에서 우수한 것으로 평가됨 · 제3활주로 하부구간 통과계획은 제3활주로 침하를 최소화 하는 쉘드TBM 굴착공법 적용과 PBD 저축을 배제한 종단계획을 수립하여 안정적인 굴착공법 적용

평가항목	항목별 평가사유
○ 구조물 계획 수립의 적정성 (2점)	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 구조물 연결 및 보강계획에 있어서 커브사이드 교량 구간은 경량콘크리트 적용에 의한 하중경감공법을 적용하고, 계류장 구간은 하중저감박스를 구조물 외부에 설치하고 하부에는 앵커를 설치하는 보강계획을 수립함으로써 기존 구조물의 안정성을 확보함 · 원격계류장 운영을 위한 도달부 개착구조물 전시공 계획, 제2여객터미널을 고려한 구조물 계획 적용 · 제2여객터미널 시설물을 고려한 커브사이드 교각기초 하중 전달이 용이하도록 교각기초와 기초구조물의 기둥축선을 일치시키고, 단부공간 확보를 위하여 브라켓을 설치하였으며, T2 Wing 기초부분은 구조물 상부에 벽체식 횡거더를 설치하여 하중전달 계획을 수립함으로써 기초 안정성을 확보함. · 비상시 신속한 대피를 위하여 설계기준 수립 및 구축한계 분석시 본선박스내 대피로 확보 계획을 수립하는데 있어, 피난 대피통로의 안전성분석(QRA)결과 5개소의 대피통로를 최대 피난거리 420m 이내로 확보하는 것으로 계획하여 비상시 승객 및 승무원의 안전 확보 계획이 우수함 · U-Type을 통한 우수 및 박스구조물로부터의 유입수 처리를 위해 집수정을 4개소 설치계획을 적용하고, 본선 환기구 및 유입수 처리를 위한 집수정을 통합구조물로 계획하여 유지관리의 편의성을 도모 · 기존 구조물 개량구간 및 다른 시설물과의 인터페이스에 대한 세부 구조계획 수립

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 계획 수립의 적정성 (2점)</p>	<p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 현지여건 분석 및 위치선정에 있어 시점부의 복잡한 기존 구조물의 간섭을 최대한 배제하는 제빙계류장으로 연결위치를 선정함으로서 기존구조물 변경 축소에 따른 구조물 계획 수립의 적정성은 양호함 · 시점부 제3활주로 안전구역 통과구간은 TRcM에 의한 외부 보강으로 기존 구조물과 신설구조물을 연결함. · 제3활주로 하부구간 통과계획은 제3활주로 침하를 최소화 하는 쉴드TBM 굴착공법 적용과 PBD 저축을 최소화한 종단 계획 적용 · 개착구간은 대피로확보 및 공동구 설치를 고려한 박스계획을 비개착구간은 비개착 가압 지보시스템으로 지반변위를 제어하는 PSTM공법 적용 · 강관추진공법에 의한 상부하중제거로 기존구조물(벽체, 기둥) 철거시 구조안전성을 확보하고 내부 벽체보강 및 신설로 하중전달 경로 단순화함 · 집수정, 환기구, 급배기 통합시스템을 적용하여 환기 효율화 및 유지관리성 향상 · 비상시 신속한 대피를 위하여 설계기준 수립 및 구축한계 분석시 본선박스내 대피로 확보 계획을 수립하는데 있어, 피난 대피통로의 안전성분석(QRA)결과 1개소의 대피통로를 확보하는 것으로 계획하여 비상시 승객 및 승무원의 안전 확보 계획이 상대적으로 미흡함 · 제2여객터미널 연결부 계획으로서 커브사이드 교량 하중에 대한 상부보강 및 강관파일을 배치하였으며, 방재특성을 고려 주박선 구간 풍도설치로 제연성능을 확보하여 지하환경을 개선하였으며, 분기기 구간은 합리적인 배선계획을 고려하여 유지보수공간을 확보함

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 공법 선정 및 시공 방법의 적정성 (5점)</p>	<p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 대구경 강관 추진공법의 시공사례 분석을 통하여 연장이 짧은 슬래브관 및 계류장 구간 갤러리관은 인력굴착에 의한 강관추진 공법을 적용하고, 장거리로서 인력굴착 실적이 없는 제3활주로 남측 갤러리관 추진은 기계굴착 공법인 세미셸드 공법을 적용 - 공기가 빠르며, 연약점토층 추진 중 안정성 확보에 문제없는 세미셸드 적용 - 갤러리관(Ø2500mm)와 슬래브관(Ø1800mm) · 계류장 통과구간은 되메움지반조건(100mm 이하 쇄석)과 침하방지를 위하여 인력굴착 및 선단그라우팅 보강계획을 적용하여 강관 추진 · 비개착 기존구조물 접속부의 갤러리관 추진시 S커브 발생을 배제하기 위하여 비개착박스 높이를 확대하여 추진관의 종단을 직선으로 굴착 시공 적용 · 구조물 보강공법으로서 슬래브 보강은 강판과 형강(SM490)을 이용하고, 기둥보강은 강형기둥을 철근콘크리트로 보강하여 안정성 확보 · 3차원 정보모델(BIM)을 이용한 기존 구조물 연결부 및 복잡부에 대한 최적의 구조물 계획 · 장래부지활용을 고려한 공항부지 계획고 반영 및 홍수시 침수방지를 고려한 U-Type 구조물 계획 · 가시설 계획으로 슈트파일 연결부 누수방지를 위한 지수제도포 및 인발시 침하방지를 위해 기초부 쇄석 포설

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 공법 선정 및 시공 방법의 적정성 (5점)</p>	<p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 지하주차장 진출입 램프에 적용한 PRS공법은 기존 설치된 강관말뚝이 1.3m 간격으로 시공되어 있으므로 인력굴착에 의한 막장 확인 후 강관파일 간섭시 절단이 필요하고, 강관 절단에 따른 지하차도 램프의 침하에 대한 안정성 확보를 위하여 실시간 계측관리 및 배면 그라우팅 등의 대책이 필요하므로 정밀한 시공이 요구됨 · 기존구조물 보강공법을 적용함에 있어 개착가능구간은 경량 콘크리트로 치환함으로서 하중저감 효과에 따른 기존 구조물 보강을 최소화하고, 개착불가 구간은 하중저감박스를 구조물 외측에 신설하여 구조안전성을 확보하는 공법 선정이 적정함 · BIM구축을 통한 3차원 가상현장 구축으로 구조물 단계별 철거 및 보강계획 수립이 적정함 · GP민감구역 및 전이표면 구간에는 항행안전성을 위하여 비개착공법인 TRcM공법을 적용하였으며, 벽체굴착을 최소화하고 공기단축을 위하여 갠러리관을 2단 추진하여 안정성 확보 · 제2여객터미널 시설물을 고려한 커브사이드 교각기초 안정성 확보방안으로서 철도구조물의 하중전달이 용이하고, 균등한 반력이 작용하도록 기초구조를 변경하여 시공방법을 선정함으로서 공항운영에 지장을 초래하지 않는 시공방법 선정

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 구조물 공법 선정 및 시공 방법의 적정성 (5점)</p>	<p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 공항안전운행을 도모하고 공사중 열차운행에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 비개착공법으로 TRcM공법과 PSTM공법을 적용 · 기존구조물 연결구간은 벽체 및 기둥철거에 따른 기존구조물의 안전성확보를 위하여 구조물 상부하중 부담을 위한 비개착구조물은 TRcM공법을 적용하여 구조물 외부에 박스형태로 신설하고, 구조물 하부는 보강앵커를 설치함으로써 기둥제거로 인한 하부슬래브 단면력 증감을 상쇄하는 방안 적용 · 신·구 구조물의 상·하부 슬래브 연결은 기존 구조물의 콘크리트 피복제거 및 철근용접(필렛, 압접)으로 연결하였으며, 기둥부위는 상 하부 슬래브 철근에 신설기둥 철근을 연결하고 구조물 접합부에 셋트앵커를 추가로 보강하여 구조물의 일체성을 확보함 · 신·구 구조물 접합부 연결은 연결부 구조물 하부 지반보강으로 부등침하를 방지하고 지반의 동일 개량율을 확보하기 위해 삼중관 고압분사공법 적용 · 공항의 안정적 운영을 고려하여 구간별 적절한 시공방법을 선정하였으며, 제2여객터미널 쉴드TBM 발진부 계획은 장비·세그먼트 투입과 버력반출을 이원화하는 복공, 등판로를 설치하여 효율적인 시공계획 수립 · 기존 구조물의 철거공법은 대형 구조물 절단에 적합하며, 제한된 공간에서 정밀시공이 가능한 Diamond Wire Saw공법과 Buster공법을 적용하였으며, 신설구조물 시공 완료후 벽체 및 기둥 일괄철거로 구조물 안전성 확보

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 터널 공법 선정 및 시공방법의 적정성 (5점)</p>	<p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 운영중인 제3활주로 침하 최소화를 위해 단선병렬 쉘드 TBM공법을 적용하고, 터널 굴착심도는 PBD 타설심도의 여유길이를 0.6m 확보하여 쉘드TBM굴착시 PBD 저촉을 최소화한 공법을 선정하여 양호한 것으로 평가됨 · 투수계수 활용 및 입도분포 분석에 따라 지상설비가 간단한 토압식(EPB)쉘드 TBM 장비형식 선정 · 해외사례 조사 분석, 경험적 침하거동 분석, 수치해석 등을 통하여 활주로 하부 통과시 침하 최소화를 위한 토피고 선정 및 터널 순간격 적용 · 쉘드장비 개선을 통한 쉘드터널 침하원인별 대책방안 수립 · 쉘드터널 굴착시 침하 최소화를 위한 막장압 및 뒷채움 관리기준 선정과 함께 장비개선을 통한 세그먼트 지수성능 개선 등 침하원인별 대책방안 수립 · 시공성, 경제성 및 방수성 고려 지보공 세그먼트 제원은 기존시공 사례를 검토하여 두께 300mm 폭 1600mm 적용 · 세그먼트 내염해성 대책방안으로 1종 보통시멘트에 플라이 애쉬 20% 혼화재를 혼입하고 고성능감수제 첨가로 물시멘트비(40.8%)를 낮추어 수밀성을 증진시켰으며, 철근방청재를 추가 적용하였으며, 피복두께는 80mm 이상 확보하여 염해에 대한 내구성을 확보하였으며, 기존 구조물의 염해대책과 유사한 수준을 확보함 · Key 세그먼트 조립방식은 지그재그방식을 적용하고 편테이퍼 방식으로 조립 및 연결부 확인을 용이하게 함 · 피난통로(횡갱)시공은 연약지반의 침하량이 크고 보강공사비가 증대되는 NATM 공법 적용-기본설계보고서 P76

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 터널 공법 선정 및 시공방법의 적정성 (5점)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 쉘드TBM 발생토 처리는 세그먼트 조립시간내 버력반출이 가능한 작업구 2개소 운용 및 작업구내 토사피트를 이용한 버력반출 계획 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 운영중인 제3활주로 침하 최소화를 위해 단선병렬 쉘드 TBM공법을 적용하고, 터널 굴착심도는 PBD 타설심도의 여유길이를 1.3m 확보하여 쉘드TBM굴착시 PBD 저축을 배제한 공법 선정으로 공법선정이 우수함 · 제3활주로 침하관리 및 침하량이 최소화되는 쉘드TBM 공법 선정 · 해성퇴적층의 주성분인 실트, 점토층에 용이하고 지상설비가 간단한 토압식(EPB)쉘드 TBM 장비형식 선정 · 해외설계자문, 축소모형실험 및 공인기관의 설계검증을 수행하였으며, 시험시공을 통한 적정 막장압 산정 및 침단 계측장비를 통한 실시간 계측과 연계한 쉘드 종합굴진관리 시스템 구축을 통해 쉘드터널 및 제3활주로 안정성 확보 · 연결선 접속부 제3활주로 남측 통과구간의 공법적용시 단면 변화 적응성이 유리하며, 장시간 추진이 우수한 TRcM공법을 적용하였으며, 장시간 강관추진을 위해 원압재 외에 중압재를 3개소 추가 설치하고, 트렌치 굴착의 안정성확보를 위하여 갠러리관 2단 굴착공법을 적용하였으며, 하부 기초부위는 시공중 측방향 변위억제를 위한 하부보강빔을 적용하여 안정성을 확보함 · 선굴착(h=5.5m)을 통한 비개착공법 적용구간의 연장을 최소화함

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 터널 공법 선정 및 시공방법의 적정성 (5점)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 피난통로(횡갱)시공시 대규모 보강 및 침하 우려에 대한 대책으로 강관압입 공법을 적용함 · 염해방지 대책으로 개착박스 및 환기구·확폭부는 3성분계 (고로슬래그+플라이애쉬)를 적용하고, U-Type 및 쉘드터널은 고로슬래그 40%를 혼입한 시멘트를 적용하여 내구연한 100년 이상의 내구성을 확보함 - 개착 박스구간은 염해에 우수한 자작식 일체형 쉬트방수 공법을 채택하였으며, 피복 두께는 84mm 이상 확보하여 기존 구조물의 염해대책 수준을 상회함 · 세그먼트 링 단면두께는 350mm를 적용하여 TBM 굴착시 지보공 역할을 충분히 할 수 있도록 하여 안정적인 추진이 가능케 함 <p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 활주로 하부 통과시 리스크를 최소화하기 위하여 PBD저촉을 최소화하는 종단계획을 적용하고, 막장 전방 PBD 출현시 블레이드커터로 절삭하도록 장비를 구축하였으나 상대적으로 침하 안전성확보에 불리함 · 제3활주로 침하관리 및 항공기 안전을 고려한 쉘드TBM 공법 선정 · 해성퇴적층의 주성분인 실트, 점토층에 용이한 토압식(EPB) 쉘드TBM 장비 선정 · 고로슬래그를 적용한 고강도 세그먼트(45~60MPa) 적용에 따른 염해 내구성 및 내화학적 향상 · 세그먼트 조립방식 지그재그 배열로 지보공으로서 구조적 안정성을 확보하고 양테이퍼 형식 적용 · 터널계획고 까지 심층 혼합처리공법을 통한 고화처리 수행

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 터널 공법 선정 및 시공방법의 적정성 (5점)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 제3활주로에 대한 정량적 침하분석을 위한 쉘드굴착 모형 실험 및 병렬터널 설치에 따른 지표 침하 분석 · 피난 대피통로(횡갱) 시공공법은 NATM공법으로서 침하를 줄이기 위하여 대구경 강관다단그라우팅 및 숏크리트 강지보공 설치 · 기존 구조물 콘크리트 피복제거 및 철근용접(필렛, 압접)으로 신·구 구조물을 연결하여 일체성 확보 · 박스구조물 피복두께 증대 및 3성분계 시멘트적용으로 내구성 향상 및 염해피해를 방지토록 하였으며, 피복두께와 사용재료는 기존 구조물의 염해대책 수준 이상을 확보함

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 유지관리 및 계측시설 계획의 적정성 (2점)</p>	<p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 터널내 자연배수구배 확보로 유지관리 측면에서 장기적으로 우수함 · 기초지저력 변화구간 어프로치슬래브 설치로 부등침하 방지로 장기적 유지관리 계획 · 쉘드터널구간 연장 1,507m에 3개소의 대피통로(횡갱)를 계획하였으며, 내부 규격은 3.5X2.5로 우수함 · 활주로구간 및 구조물 접속부의 공사중 계측은 운영중 계측으로 연계토록 계획 · 잔류침하 기준 내에서 1, 2차 계측관리 기준치를 설정하여 단계별 기준 초과시 굴진패턴 조정 및 굴진 중단 등 대책방안 수립 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 쉘드터널 내 종단기울기를 2‰로 적용하고, 횡갱내 충분한 용량의 집수정을 설치하여 강제 배수기법을 적용함으로서 유지관리에 다소 불리함 · 본선 환기구 및 유입수 처리를 위한 집수정을 통합구조물로 계획하여 유지관리의 편의성을 도모 · 유지관리종사자인 코레일 공항철도 및 코레일테크의 의견을 반영하여 구조물 염해대책 및 접속부 누수방지대책 등 여러가지 설계개선사항을 반영함 · 개착박스화 쉘드터널 접속부는 이음동판, 코킹재, 수팽창 지수재를 적용하여 접속부 누수및 방수 방지대책을 계획함 · 쉘드터널구간 연장 1,102m구간에 2개소의 대피통로(횡갱)를 설치하여 비상시 대피계획이 양호함

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 유지관리 및 계측시설 계획의 적정성 (2점)</p>	<p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 설드터널구간 연장 1,636m에 1개소의 피난 연결통로(횡갱)를 계획하여 비상시 대피계획이 다소 불리함 · 단선터널 양방향 대피로 배치로 안전성확보 및 점검효율성 향상 · 기존 구조물 변경구간, 개착 및 비개착박스구간의 특성을 고려한 유지관리 및 계측시설 계획수립 · 유지관리 최소화를 위하여 신규구조물 접합부 단차방지를 위한 신설구조물 하부보강 및 계측 · 고강도 세그먼트 라이닝 및 고로슬래그 적용으로 내구, 내염성능 증대 · 구조물 실시간 거동계측으로 운영중인 열차 안전 확보

평가항목	항목별 평가사유
○ 구조계산 및 단면설계의 적정성 (2점)	<p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 해안지역 특성을 고려한 내염재료(혼합시멘트(FA20%), 고성능감수제) 반영과 함께 염해에 대한 추가대책으로 방청제 적용을 통해 철근피복 84mm를 확보하여 염해내구성 확보 · Airside 및 Landside 전구간에 허용침하량 25mm 적용으로 지하매설물 부등침하 및 허용잔류침하에 대한 안전성 확보가 우수함 · 열차속도 60km/h 이하시 양생콘크리트 진동기준 만족을 위한 진동영향 검토 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 해안특성을 고려한 내염재료로 본선확폭부 대단면은 고로슬래그, 플라이애쉬, 1종시멘트의 3성분계(조강형), 본선 일반단면은 3성분계 시멘트를 적용하여 내구성 설계 수행 · 타설 4~24시간 이내 열차속도 60km/h 이하 운영시 진동속도에 대해 콘크리트 양생 안전성 확보 · 철근콘크리트 구조물은 강도설계법을 적용하였으며, 우각부의 사용성검토를 위하여 허용응력설계법을 적용하여 사용성 평가를 실시한 것은 양호함 <p><현대건설(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 시점부 제3활주로 안전구역 통과구간의 기존구조물 변경 단계별 구조 검토 시행으로 안전성 확보 · 탄산화에 대한 내구성 평가, 염화물이온 침투해석으로 염해 대책을 확보하는 등 목표내구연한 확보를 위한 설계 수행

평가항목	항목별 평가사유
○ 구조계산 및 단면설계의 적정성 (2점)	<ul style="list-style-type: none"> · 비개착구간 지반침하 안전성 검토를 위한 침하량 평가, 콘크리트 양생시 최대 진동허용기준을 고려한 안전성 검토 수행, 크리프, 건조수축을 고려한 구조물의 장기거동 수행 평가 부분이 우수함

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 경제적인 구조물 계획 수립 여부 (2점)</p>	<p><대림산업(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 가시설개선을 통한 비개착박스 연장 축소로 경제성 및 여유 공기 확보 · 제2여객터미널 종점부 환기구 통합 설치로 환기효율 및 유지관리성 개선 · 기존구조물 여유공간을 구조용 형강, 강판으로 보강하여 기존 구조물 훼손 최소화 · 경제성 분석결과 29항목의 고비용항목을 VE분석항목을 도출하였으며, 토목분야의 총 가치향상율은 39.5%로 경제적인 구조물 계획 수립 <p><현대산업개발(주)></p> <ul style="list-style-type: none"> · 기존 구조물 간섭 최소화 및 구간별 최적의 통과공법 등 효율적 노선계획을 통한 유지관리비 절감 및 가치 개선 · 전이표면을 고려 선굴착을 통한 비개착공법 연장 축소로 시공성 및 안정성 개선으로 가치 향상 · 효율적 노선 계획을 통한 유지관리비 절감 및 가치개선 LCC 14.6% 절감, 가치향상 56.6% 향상으로 경제적인 구조물 계획 수립이 우수함 <p><현대></p> <ul style="list-style-type: none"> · 시점부 공항철도 연결부 위치 선정함에 있어 상부지장물 통과구간과 계류장 통과구간을 VE/LCC 분석을 통하여 구조물 계획 수립

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 경제적인 구조물 계획 수립 여부 (2점)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · TBM장비 선정 및 버력처리 방법 선정에 있어서 경제성 분석 수행 · 생애주기비용측면에서 유지관리비 분석결과를 통하여 기본 설계의 유지관리성 확보 · 기능개선 및 비용절감이 가능한 35건 분석대상을 선정하여 경제성분석결과 평균 52.4%의 가치향상으로 경제적인 구조물 계획수립이 양호함

평가항목	항목별 평가사유
종합의견	<p>○토목구조 부분의 설계평가 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> · 구조물 계획수립의 적정성 항목은 현지여건 및 위치선정에 있어 기존구조물의 개량범위 최소화, TBM 굴착공법의 종단 계획 등에서 현대산업개발(주)의 설계가 우수하며, · 구조물 공법선정 및 시공방법의 적정성 항목은 공항의 안전 운행, 운영측면에서는 3개사 모두 우수하여, 기존 구조물의 보강방안 안전성 확보 측면에서 현대건설과 현대산업개발의 설계가 양호한 것으로 판단되나 현대산업개발의 지하주차장 진출입 램프에 적용한 PRS공법의 시공성과 침하관리 확보가 다소 미흡하여 현대건설의 설계를 우수한 것으로 평가함 · 터널 지하구조물공법 선정 항목은 안정적 침하관리를 할 수 있도록 터널 굴착시 PBD 저축요소를 배제한 현대산업개발의 설계가 우수한 것으로 평가하였으며, 상대적으로 현대건설의 설계가 미흡함 · 유지관리 계측항목은 자연배수구배 확보 및 터널내 대피통로 확보가 적절하게 계획된 대림산업의 설계가 우수함 · 구조계산 및 단면설계항목은 내구성 확보 측면과 열차진동 영향 검토 부분에서 현대산업개발의 설계가 우수함 · 경제적 구조물 계획 수립 항목은 검토항목과 가치향상 부분에서 현대산업개발의 설계가 우수함 <p>종합적으로 구조물 계획 및 공항의 안정적 운영 측면에서 현대산업개발의 설계가 가장 우수한 것으로 판단됨</p>

한국철도시설공단 설계자문위원회운영지침 제32조 제2호의 규정에 의하여 위와 같이 평가사유서를 제출합니다.

2012년 11월 23일

심의위원 : 이상철



한국철도시설공단 설계심의위원회 위원장

설계평가 사유서

의 안 명	인천공항 제2여객터미널 연결철도 건설공사
평 가 분 야	토질 및 기초
입찰업체명	현대건설(주)

평가항목	항목별 평가사유
○ 터널분야 설계기준의 적정성 (3점)	<p>터널분야 설계기준의 적정성에 대한 평가는 터널내 배수기준의 적정성, 터널 방재 설계기준의 적정성과 터널굴착에 따른 침하 등 활주로 운영에 지장이 없도록 공항특성이 고려된 터널 설계기준의 적정성을 중심으로 평가하였습니다.</p> <p>특히, 터널에 대한 화재 시설 및 방재 시설은 철도 이용객 뿐만 아니라 제3,4 활주로 운영에 있어 매우 중요한 사항임으로 가중 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 터널 집수량에 대한 검토를 통하여 적정 집수량과 위치를 산정, 배치하였고, 쉼터터널내 배수용량을 검토하여 배수시설을 적정하게 계획하였습니다.</p> <p>그러나, 귀 사는 본선박스 대피로 폭 계획에 있어 중앙기둥부 대피공간 설치 등으로 보완 계획하였으나, 전체 본선박스 대피로 폭 확보에 대한 검토가 미흡한 것으로 판단됩니다.</p> <p>현대건설(주)는 쉼터터널내 대피로에 대하여 기술조사와 비교, 검토하여 대피시간을 단축 될수 있도록 대피로 위치 등 계획을 수립하였으나, 대피 통로 및 방재구난지역 이격거리에 대한 검토가 미흡한 것으로 판단됩니다. 또한 터널내 배수시설 용량은 통수 허용기준치에 근접 만족하나 집수량 배치 계획과 쉼터 터널내의 총 배수량에 대한 검토가 미흡한 것으로 판단됩니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 인천공항 1,2단계 등 기존자료의 침하 이력을 검토하여 터널 굴착에 따른 침하 관리기준을 수립하여 활주로 안전을 도모하였고, 방재시설 기준 만족 및 화재에 대한 시설계획이 적정 수립한 것으로 판단됩니다.</p>

평가항목	항목별 평가사유
○ 터널분야 설계기준의 적정성 (3점)	<p>터널내 배수와 관련하여, 터널 종단구배는 터널배수에 불리하게 계획되어 집수정 설치를 계획하였으나 이는 집수정 수량을 강제 배수하여야 함으로 유지관리에 불리할 것으로 판단됩니다.</p> <p>상기 사유에 따라 터널분야 설계기준의 적정성은 현대산업개발(주) > 대림산업(주) > 현대건설(주) 순으로 평가하였습니다.</p>
○ 지반조사 분석의 적정성 (3점)	<p>지반조사 분석의 적정성 평가는 1. 기존 자료 분석 및 토질 시험, 분석 결과의 적정성, 2. 지표지질 및 주변환경조사의 적정성, 3. 지질특성의 설계 적용여부 로 구분평가 하였습니다.</p> <p>특히, 이중 2항은 본 지역이 연약지반 분포 등 지질특성과 주변 환경이 타 지역에 비해 상이함에 따라 구조물 계획 등 전반적인 계획에 중요 요소로 작용함으로 가중 평가하였습니다.</p> <p>1. 기존 자료 분석 및 토질 시험, 분석 결과의 적정성 평가는 기존의 인천공항 단계별 자료 분석, 해외자료 분석 등을 평가하였으며, 토질 시험, 분석 결과의 적정성은 기술조사 외 각 사의 추가 조사에 대하여 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 타사와 비교하여 고지형/단계별 시공에 따른 매립이력 및 퇴적이력 분석을 통하여 연약지반 구역구분을 하였고, 지진이력을 분석하여, 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 타사와 비교하여 인천공항 1,2단계의 연약지반에 대해 개량 전, 후 자료분석을 통하여 물성변화를 분석하여, 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 타사와 비교하여 고지형 분석, 퇴적이력, 지진이력을 분석하였고, 특히 현재 공사중인 자기부상 실용화 사업에 대한 자료분석과 본 사업과 유사 사례인 하네다 공항 사례분석(PBD관련 제외) 하여, 이에 우수로 평가하였습니다.</p>

(토질및기초 - 현대건설(주) - 2/11)

평가항목	항목별 평가사유
○ 지반조사 분석의 적정성 (3점)	<p>∴ 1항 평가는 대림산업(양호), 현대건설(양호), 현대산업개발(우수)</p> <p>2. 지표지질 및 주변 환경조사의 적정성 평가는 구조물의 영향을 주는 염해분석과 공항 운항으로 시추자료가 미흡한 활주로 통과구간에 대한 조사에 대하여 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 타사와 비교하여 지하수 유동 분석 및 굴착 시 지하수 유동에 의한 잠재 오염원조사를 실시하였고, 본 지역의 바닷가 환경에 의한 구조물 염해영향 검토를 시행하여, 이에 우수로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 타사와 비교하여 지하수 변화 분석 및 염해영향 분석을 실시하였고, 특히 활주로 쉼터터널 통과구간인 미시추구간에 대하여 3차원 지층분석을 통하여 지층을 분석하여, 이에 우수로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 지하수 유동 분석을 실시하였으나, 타사와 비교하여 특이사항이 없어, 이에 보통으로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 2항 평가는 대림산업(우수), 현대건설(우수), 현대산업개발(보통)</p> <p>3. 지질특성의 설계 적용여부 평가는 본 지역이 연약지반을 포함하고 있고, 활주로 구간을 쉼터 터널로 통과함에 따라 이에 대한 지질특성 분석의 설계 반영 여부에 대하여 중점 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 타사와 비교하여 특이사항이 없어, 이에 보통으로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 타사와 비교하여 내진설계와 액상화 등 지진에 의한 지반 영향을 파악하게 위해 진동대 모형시험을 실시하였고,</p>

(토질및기초 - 현대건설(주) - 3/11)

평가항목	항목별 평가사유
○ 지반조사 분석의 적정성 (3점)	<p>특히 지질 특성별 비트마모 시험을 실시하여 쉘드터널 굴착시 비트 마모율을 정량적으로 분석하여, 이에 우수로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 내진설계와 액상화 등 지진에 의한 지반 영향을 파악하게 위해 진동삼축 및 공진주시험을 실시하여, 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 3항 평가는 대림산업(보통), 현대건설(우수), 현대산업개발(양호)</p> <p>상기 각 1~3항의 사유와 평가를 종합한 결과, 지반조사 분석의 적정성 평가는 현대건설(주) > 대림산업(주) > 현대산업개발(주) 순으로 평가하였습니다.</p>
○ 터널 안정성 확보의 적정성 (6점)	<p>터널 안정성 확보의 적정성 평가는 1. 연결철도 시점부 기존공항철도 구조물 철거에 따른 터널안정성 확보의 적정성, 2. 제3활주로 하부 통과구간 터널 및 활주로 안정성 확보의 적정성 등, 3. 터널 굴착공법의 정확성, 4. 지보공 적용의 적정성 등 4개 항목으로 구성되어 있으나, 3항과 4항은 유사 항목으로 통합하여 1항, 2항, 3~4항으로 구분평가 하였습니다.</p> <p>특히, 이중 2항은 인천공항 운영과 본 과업의 핵심사항임에 따라 가중 평가하였습니다.</p> <p>1. 연결철도 시점부 기존공항철도 구조물 철거에 따른 터널안정성 확보의 적정성 평가는 본 사업으로 인해 기존 구조물 철거 등 기존 구조물과 연계되는 사항에 대하여 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 기존 공항 시설물 상부에 가시설 엄지 말뚝의 계획은 타 사업등에 적용되었고 최대수평변위가 끝단 여유거리보다 작다고 평가하였으나 이는 안전에 불리할 것으로 판단됩니다. 또한, 타사에 비해 T1 구조물 기둥 저축이 다수 있어 구조물 연계 검토가 미흡한 것으로 판단하여, 이에 보통으로 평가하였습니다.</p>

평가항목	항목별 평가사유
○ 터널 안정성 확보의 적정성 (6점)	<p>현대건설(주)는 타사와 비교하여 기존 구조물 근접시공에 대한 3차원 정밀분석 등 신,구 구조물간 부등침하를 검토하여, 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 기존 공항 시설물 상부에 가시설 엄지 말뚝의 계획은 타 사업등에 적용되었고 최대수평변위가 끝단 여유거리보다 작다고 평가하였으나 이는 안전에 불리할 것으로 판단됩니다. 또한 T1 커브사이드 구간에 개착공법을 적용하여 기존 구조물 안전 및 교통 흐름에 영향을 줄 것으로 판단하여, 이에 보통으로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 1항 평가는 대림산업(보통), 현대건설(양호), 현대산업개발(보통)</p> <p>2. 제3활주로 하부 통과구간 터널 및 활주로 안정성 확보의 적정성 등의 평가는 제3활주로 안정성 및 인천공항 운영에 있어 매우 중요 사항으로 기존 연약지반 보강 관계, 활주로 침하량 관계와 터널 구조물의 설계 안정성 등을 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 낮은 터널 토피고로 인해 기존 연약지반 보강재(PBD)와 쉘드 터널 천단부가 근접, 여유고가 적어 터널 굴착시 보강재의 파손우려가 있고 활주로 침하량 관리에 불리 할 것으로 판단됩니다. 특히 터널 굴진시 연약지반 보강재(PBD) 파손은 쉘드 장비의 고장과 상부 지역의 과다 침하를 발생시킵니다. 또한 상, 하선의 횡갱 연결부에 대한 검토도 미흡한 것으로 판단됩니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 타 공구에 비해 낮은 터널 토피고로 인해 기존 연약지반 보강재(PBD)와 쉘드 터널 천단부가 근접, 여유고가 적어 터널 굴착시 보강재의 파손우려 구간과 개소가 타 공구에 비해 많고 활주로 침하량 발생 또한 많이 불리 할 것으로 판단됩니다. 또한 상, 하선의 횡갱 연결부에 대한 검토도 미흡한 것으로 판단됩니다. 이에 보통으로 평가하였습니다.</p>

(토질및기초 - 현대건설(주) - 5/11)

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 터널 안정성 확보의 적정성 (6점)</p>	<p>현대산업개발(주)는 제3활주로 조성에 대한 계측결과 역해석 분석을 통하여 활주로 침하해석을 실시하여 침하량 산정 및 안정성 확보에 노력하였고, 또한 기존 연약지반 보강재(PBD) 파손이 최소화 되도록 하였습니다. 이에 우수로 평가 하였습니다.</p> <p>∴ 2항 평가는 대림산업(양호), 현대건설(보통), 현대산업개발(우수)</p> <p>3.4. 터널굴착공법의 정확성과 지보공 적용의 적정성 등의 평가는 개착터널 공법 적용의 적정, 쉴드 터널의 지보공 설계와 터널 굴진 조건 등을 고려하였으며, 특히 본 과제의 특성상 제3활주로 안정성과 연약지반~풍화암 등 지층이 혼재하여 돌발변수가 발생할 가능성이 높음에 따라 이를 고려된 설계에 대하여 중점 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 타 공구에 비해 터널 세그먼트 라이닝 설계에 있어 저토피 구간의 지반보강으로 하중조건 등을 유리한 조건으로 산정 및 타 사업사례를 적용하여 설계하였으나, 이는 본 사업의 다른 지역과 상이한 특성을 고려할 때 안정성 확보에 불리할 것으로 판단됩니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 개착터널 공법 적용시 PSTM공법을 적용하였으나 본 지역은 연약지반이 분포하는 등 지반상태가 불량한 지역으로 철도 터널의 사례가 적은 본 공법을 적용하기에는 적합하지 않은 것으로 판단됩니다. 또한 타 공구에 비해 쉴드 터널의 굴진장을 길게 산정하였고 여유 공기 또한 짧아 터널 굴진시 돌발상황에 대처가 불리할 것으로 판단됩니다. 이에 보통으로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 타 공구에 비해 짧은 굴진장 및 여유 공기가 있는 것으로 판단하여, 이에 우수로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 3~4항 평가는 대림산업(양호), 현대건설(보통), 현대산업개발(우수)</p>

평가항목	항목별 평가사유
○ 터널 안정성 확보의 적정성 (6점)	<p>상기 각 1~4항의 사유와 평가를 종합한 결과, 터널 안정성 확보의 적정성 평가는 현대산업개발(주) > 대림산업(주) > 현대건설(주) 순으로 평가하였습니다.</p>
○ 지반조사 분석을 통한 설계의 적정성 (3점)	<p>지반조사 분석을 통한 설계의 적정성 평가는 1. 토공 설계(길내기, 배수,사면,본선 부속 등)의 적정성, 2. 구조물 기초 공법 선정 및 공법 선정의 적정성, 3. 기초지반(연약지반 등) 처리공법 선정의 적정성, 4. 비탈면 보호공 설계의 적정성, 5. 가시설, 부대시설 및 안전시설 설계의 적정성 등 5개 항목으로 구성되어 있으나, 4항과 5항은 1항과 유사 항목으로 통합하여 1항(4~5항 포함), 2항, 3항으로 구분 평가 하였습니다.</p> <p>특히, 이중 3항에 대한 연약지반에 대한 평가 및 연약지반 물성치 산정에 대하여 가중 평가하였습니다.</p> <p>1. 토공 설계의 적정성 평가는 본 지역이 연약지반이 분포함에 따라 연약지반 설계시 지반 정수 산정의 적정성과 비탈사면의 안전성 및 가시설의 안전성 검토에 대하여 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 가시설 설계에 있어 가시설의 수평변위에 있어 구조 계산 시 타공구에 비해 과다 발생하여 가시설 안전에 불리할 것으로 판단되며, 또한 임시 비탈면에 대한 안전 검토시 기준안전율을 유리한 조건으로 해석하였으나 사면 임시방치 기간이 1년 미만이라 하더라도 사업 특성상 공기의 변수를 감안한 검토가 필요하다고 판단됩니다. 이에 보통으로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 토공 설계에 있어 연약지반에 대한 설계 물성치를 실내 시험값을 고려, 유리하게 평가하였으나 이에 강우 등 장기 환경변화에 대한 안전성이 미흡한 것으로 판단됩니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p>

(토질및기초 - 현대건설(주) - 7/11)

평가항목	항목별 평가사유
○ 지반조사 분석을 통한 설계의 적정성 (3점)	<p>현대산업개발(주)는 임시 비탈면에 대한 안전 검토시 기준안전율을 유리한 조건으로 해석하였으나 사면 임시방치 기간이 1년 미만이라 하더라도 사업 특성상 공기의 변수를 감안한 검토가 필요하다고 판단됩니다. 이에 보통으로 평가하였습니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 1항 평가는 대림산업(보통), 현대건설(양호), 현대산업개발(양호)</p> <p>2. 구조물 기초 공법 선정의 적정성 평가는 구조물 기초 보강공법 적용 적정성과 T2 개착박스 구조물 침하 등을 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 특이사항이 없습니다.</p> <p>현대건설(주)는 T2 개착박스 구간 미보강시 침하량이 과다 발생할 우려가 있으나, 이는 기초 보강공법의 특성이 고려될 사항으로 판단됩니다.</p> <p>현대산업개발(주) 또한 T2 개착박스 구간 미보강시 침하량이 과다 발생할 우려가 있으나, 이는 기초 보강공법의 특성이 고려될 사항이며 타 공구에 비해 하부 보강에 대한 구간을 산정하여 보강계획을 수립하였습니다.</p> <p>∴ 2항은 3사 모두 양호로 평가하였습니다.</p> <p>3. 기초지반(연약지반) 공법 선정의 적정성 평가는 연약지반 판정 기준과 연약지반 분포에 대한 검토 적정성과 연약지반 처리 공법 선정의 적정성 등을 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 인,출고선에 대해 콘크리트케도 선정으로 연약지반 침하량 관리에 타 사에 비해 불리하여 연약지반 판정 기준을 보수적으로 평가함이 타당하나, 연약지반기준을 표준관입시험 N값 5이하(기준 N값 6이하)로 판정하였습니다. 이에 보통으로 평가하였습니다.</p>

(토질및기초 - 현대건설(주) - 8/11)

평가항목	항목별 평가사유
○ 지반조사 분석을 통한 설계의 적정성 (3점)	<p>현대건설(주)는 특이사항이 없습니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 연약지반, 특히 퇴적점토에 대하여 퇴적특성을 고려하여 특성화 분류를 시행하였고, 연약지반의 장기압밀을 고려한 침하량을 산정하였습니다. 또한, 연약지반 개량공법에 GCP 공법을 적용하여 안전위주의 침하관리 계획을 수립하였습니다. 이에 우수로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 3항 평가는 대림산업(보통), 현대건설(양호), 현대산업개발(우수)</p> <p>상기 각 1~3항의 사유와 평가를 종합한 결과, 지반조사 분석을 통한 설계의 적정성 평가는 현대산업개발(주) > 현대건설(주) > 대림산업(주) 순으로 평가하였습니다.</p>
○ 경제적인 시설계획 수립 여부 (3점)	<p>경제적인 시설계획 수립 여부 평가는 1. 경제적 분석(VE/LCC 등)을 통한 구조물 기초 및 비탈면 보강공법 수립 여부, 2. 유지관리비 절감을 위한 효율적 시설물 계획 등 2개 항목 ※ 터널 발생토(버력)에 대한 처리계획 적정성, 1개 사항 등 총 3개항으로 구분평가 평가하였습니다.</p> <p>특히, 이중 3항의 발생토에 대한 처리계획에 대하여는 가중 평가하였습니다.</p> <p>1. 경제적 분석(VE/LCC 등)을 통한 구조물 기초 및 비탈면 보강공법 수립 여부 평가는 보강공법 선정시 대안별 비교 평가 유무로 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 구조물 기초 보강공법 선정시 경제성 분석을 통하여 대안별 검토를 통하여 적용공법을 시행하였습니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 이와 관련하여 특이사항이 없어, 보통으로 평가하였습니다.</p>

(토질및기초 - 현대건설(주) - 9/11)

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 경제적인 시설계획 수립 여부 (3점)</p>	<p>현대산업개발(주)는 구조물 기초 보강공법 선정시 경제성 분석을 통하여 대안별 검토를 통하여 적용공법을 시행하였습니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 1항 평가는 대림산업(양호), 현대건설(보통), 현대산업개발(양호)</p> <p>2. 유지관리비 절감을 위한 효율적 시설물 계획 평가는 전반적인 유지관리 비용에 대하여 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 이와 관련, 특이사항이 없어, 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 이와 관련, 특이사항이 없어, 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 터널 중단구배가 터널배수에 불리하게 계획되어 집수정 설치를 계획되어 있어 유지관리에 불리할 것으로 판단됩니다. 이에 보통으로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 2항 평가는 대림산업(양호), 현대건설(양호), 현대산업개발(보통)</p> <p>3. 터널 발생토(버력)에 대한 처리계획 적정성 평가는 발생토 계획의 적정성 여부와 사토 계획의 적정성을 평가하였습니다.</p> <p>대림산업(주)는 사토 발생을 구간별로 구분하여 산정하였으며, 사토는 인천공항에서 제시한 제3활주로 북측지역에 전량 매립토로 계획하였습니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>현대건설(주)는 사토 계획에 대해 추후 3단계 사업의 공유수면 매립지를 사토장으로 계획하였습니다.</p>

(토질맞기초 - 현대건설(주) - 10/11)

평가항목	항목별 평가사유
○ 경제적인 시설계획 수립 여부 (3점)	<p>또한, T2 현장의 유용도에 대하여 활용 계획되어 있으나 이는 3단계와 연계되어 있어 이에 대한 계획 검토가 선행되어야 할 것으로 판단됩니다. 이에 보통으로 평가하였습니다.</p> <p>현대산업개발(주)는 사토 발생을 구간별로 구분하여 산정하였으며, 특히 사토장은 사토거리를 최소화하기 위해 남측과 북측 2개소를 선정, 계획하였습니다. 이에 양호로 평가하였습니다.</p> <p>∴ 3항 평가는 대림산업(양호), 현대건설(보통), 현대산업개발(양호)</p> <p>상기 각 1~3항의 사유와 평가를 종합한 결과, 터널 발생토에 대한 처리계획 적정성 평가는 대림산업(주) > 현대산업개발(주) > 현대건설(주) 순으로 평가하였습니다.</p>

한국철도시설공단 설계자문위원회운영지침 제32조 제2호의 규정에 의하여 위와 같이 평가사유서를 제출합니다.

2012년 11월 23일

심의위원 : 최 원 일 

한국철도시설공단 설계심의위원회 위원장 귀하

설계평가 사유서

의 안 명	인천공항 제2여객터미널 연결철도 건설공사
평 가 분 야	토질 및 기초
입찰업체명	현대건설 콘소시움

평가항목	항목별 평가사유
○ 터널분야 설계기준의 적정성 (3점)	<p>※ 각 콘소시움별 제출한 관련자료를 근거로 수행한 내용을 언급하고, 이를 근거로 결과 및 결론 순으로 서술하겠습니다.</p> <p>○ 대림산업 콘소시움</p> <ul style="list-style-type: none"> • (항공법에 따른 고도제한 구역) 고도제한 구역인 제3과 제4 활주로에 대하여 고도제한영역 저축을 배제하는 설계를 하였다(1:7). • (터널상부 활주로 허용침하량 기준) 인천공항 3단계 기본설계, ICAO 기준 검토를 통해 허용침하량 25mm로 결정하였다. • (토공 및 비탈면 설계기준) 비탈면의 안정성은 '비탈면 설계기준(2011)'의 허용안전율을 준용하였다. • (터널시공시 활주로 침하관리방안) 활주로의 안정성을 위하여 활주로의 침하관리기준에 따라 터널시공관리 계획을 수립하였다(2단계). • (내진 및 액상화 설계기준) 내진1등급, 내진성능수준 1,000년 기준의 설계응답스펙트럼을 사용하였다. 쉘드 TBM 터널의 내진 검토시, 내진설계 지진력은 0.154g를 적용하였다. 그리고 액상화 안정성 평가는 간편예측(FS>1.5), 진동삼축시험(CSR), 상세예측(FS>1.0) 등을 통해 검토하였다. • (터널토피고와 터널심도) 터널 토피고는 터널설계기준 및 철도 설계기준(노반편)에 터널지름, D의 1.5배 이상의 깊이이어야 한다. 여기서는 국내외 사례분석과 경험적인 거동분석, 수치해석을 통하여, PBD 하단에서 이격된 0.6m에 터널 상단이 위치하고, 터널 상부단면의 1/3 정도가 연약지반을 관통하도록 제안되었다. • (터널구간 종단기울기) 터널설계기준 및 철도설계기준(노반편)인 공사 및 운영중 자연유하를 위해 3‰ 이상 제시하고 있으며,

평가항목	항목별 평가사유
	<p>이를 준용하여 터널구간의 종단기울기(3‰)를 제시하였다.</p> <p>○ 현대건설 콘소시움</p> <ul style="list-style-type: none"> • (항공법에 따른 고도제한 구역) 고도제한 구역인 제3과 제4 활주로에 대하여 고도제한영역 저축을 배제하는 설계를 하였다(1:7). • (항공운항을 고려한 설계하중) 단계별 항공기 하중을 고려하여 가장 큰 F급 항공기의 하중(6,000kN)을 선정하였다. • (터널상부 활주로 침하량 기준) 기술조사, 활주로 설계기준, ICAO, 2단계의 침하관리기준 중에 가장 엄격한 침하관리기준 (2.5cm)을 적용한다고 하였다. • (토공 및 비탈면 설계기준) 비탈면의 안정성은 '비탈면 설계기준(2011)'의 허용안전율을 선정하였다. • (내진 및 액상화 설계기준) 내진1등급, 내진성능수준 1,000년 기준의 설계응답스펙트럼을 사용하였다. 쉘드 TBM 터널의 내진 검토시, 내진설계 지진력은 0.154g를 선정하였다. 그리고 액상화 안정성 평가는 입도분포에 의한 방법, 간편예측(FS>1.5), 진동삼축시험(CSR), 상세예측(FS>1.0) 등을 통해 검토하였다. <p>○ 현대산업개발 콘소시움</p> <ul style="list-style-type: none"> • (항공법에 따른 고도제한 구역) 고도제한 구역인 제3과 제4 활주로에 대하여 고도제한영역 저축을 배제하는 설계를 하였다(1:7). • (항공운항을 고려한 설계하중) A380-800F 기종의 중량 중(정지시 총하중=이륙시, 착륙시)에 가장 큰 정지시 총하중(5,920kN) 보다 큰 6,000kN를 최대설계하중으로 적용하였다. • (터널상부 활주로 허용침하량 기준) 역해석을 통한 제3활주로 하부 터널 관통시, 제3활주로의 침하량은 13mm로 허용침하량 19.1mm(=공항침하유지관리 25mm-제3활주로의 현 잔류침하량 5.9mm) 이내이었다. 그리고 유도도와 계류장도 잔류침하량을 고려한 허용침하량기준을 적용하였다. 또한 쉘드터널 운영시 제3과 제4 활주로 지반(지중침하계, 레이저스캐너 등)과 쉘드터널 내부(내공변위계, 세그먼트응력계 등)에 침하관리 계획계획을 수립하였다. 마지막으로 터널굴착으로 인한 활주로의 침하량 크기에 따라 대책수립을

평가항목	항목별 평가사유
	<p>하여 활주로의 안정성 확보를 제안하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • (터널시공시 활주로 침하관리방안) 활주로의 안정성을 위하여 활주로의 침하관리기준에 따라 터널시공관리 계획을 수립하였다(3단계). • (연약지반 기준) 연약지반 기준은 '인천공항 기준(표준관입시험에서 구한 $N \leq 5$)'을 준용하였고, 이에 해당하는 구간은 '차량기지 입·출고선 구간'이었다. 이 구간의 연약지반 심도와 상부구조물의 형식에 따라 3구간으로 나누었다. 연약1구간, 연약2구간, 연약3구간은 각각 0~2m(무처리), 2~13m(프리로딩, GCP+프리로딩), 2~8.6m(Pile Slab, 말뚝공법)을 적용하였다. 여기서 말뚝공법은 풍화암 상단에 말뚝지름의 3배 만큼을 말뚝을 근입시켰다. • (토공 및 비탈면 설계기준) 흙쌓기 표준 기울기는 철도설계기준을 준용하였고, 땅깍기는 철도설계기준보다 완만한 기준(토사높이 5m 미만=1:1.3, 5m 이상=1:2.5)을 적용하였다. • (토공유용 평가) 토공 유용토는 채분석(#4체 통과량 25~100%, #200체 통과량 0~25%, 소성지수 10% 이하)을 통해 매립층의 유용성을 평가하였다. • (내진 및 액상화 설계기준) 내진1등급, 내진성능수준 1,000년 기준의 설계응답스펙트럼을 사용하였다. 쉘드 TBM 터널의 내진 검토시, 내진설계 지진력은 0.182g를 적용하였다. 그리고 액상화 평가는 지반심도 20m, 세립토함유량 35%, 사질토의 표준관입시험 $N_{ci}=20$, 소성지수 $PI=10$, 점토성분 20%, 지하수위면 기준 이상이면 액상화 미평가로, 기준 미만이면 액상화 평가 대상으로 고려하였다. • (터널토피고와 터널심도) 터널 토피고는 터널설계기준 및 철도설계기준(노반편)에 터널지름, D의 1.5배 이상의 깊이이어야 한다. 여기서는 쉘드터널 저토피 통과 방문자문과 활주로 통과시 터널심도사례분석, 토조모형시험, 첨가제시험, 공인기관안정성 검증을 통하여 PBD 하단에서 1.3m 이상 깊이에 있는 최적모래층을 터널이 관통하도록 제안하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<div data-bbox="460 322 715 383" data-label="Section-Header"> <h3>1. 평가의견</h3> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 모든 콘소시움은 고도제한 구역인 제3과 제4 활주로에 대하여 고도제한영역 저축을 배제하는 설계를 하였다(1:7). • 현대건설과 대림산업 콘소시움이 적용한 '토공 및 비탈면 설계기준'은 허용안전율을 이용한 비탈면의 안정성(비탈면 설계기준, 2011)을, 현대산업개발 콘소시움은 흙쌓기와 땅깍기의 표준기울기인 철도설계기준을 준용하였지만 그 결과는 모두 같이 산출되었다. • 모든 콘소시움은 활주로 허용침하량 기준인 25mm로 정하였다. 특이한 점은 현대산업개발 콘소시움만 최종 잔류침하량을 고려하여 보수적인 허용침하량 기준(활주로 19.1mm, 유도로 47.3m, 계류장 42.7mm)의 적정성을 제안하였다. • 현대산업개발과 대림산업 콘소시움은 활주로의 안정성을 위하여 활주로의 침하관리기준에 따라 터널시공관리 계획을 수립하였다. • 내진해석에 대해서는, 참여 콘소시움 모두 내진1등급, 내진성능수준 1,000년 기준을 적용하였다. 그리고 쉘드 TBM 터널의 내진 검토시, 내진설계 지진력은 0.154g(현대건설, 대림산업 콘소시움)와 0.182g(현대산업개발 콘소시움)를 적용하였다. • 액상화 안정성 평가에 대해서는, 현대건설 콘소시움은 입도분포에 의한 방법, 간편예측($FS>1.5$), 진동삼축시험(CSR), 상세예측($FS>1.0$) 등으로, 대림산업 콘소시움은 간편예측($FS>1.5$), 진동삼축시험(CSR), 상세예측($FS>1.0$) 등으로 검토하였지만, 현대산업개발 콘소시움은 지반심도, 세립토함유량, 사질토의 표준관입시험 N치, 소성지수, 점토성분, 지하수위면 등을 기준으로 액상화 적용 여부를 결정하였다. • 제3활주로 바로 아래의 연약지반은 PBD로 개량되어 있다. 이 구간에 터널이 관통하면서 PBD 재료를 손상시키면 공용중인 활주로의 침하가 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 가능한 상대적으로 양호한 지반조건으로 터널을 관통시키는 것이 장기적으로 활주로의 침하방지에 도움이 될 것이다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>따라서 모든 콘소시움은 터널분야 설계기준을 모두 준수하였다. 특히 현대산업개발 콘소시움만은 현장지형조건을 반영하여 제3활주로, 유도로, 계류장의 잔류침하량을 고려한 보수적인 허용침하기준을 적용하였다. 그리고 터널시공시 활주로의 단계별 침하관리방안은 현대산업개발과 대림산업 콘소시움이 적용하였다. 마지막으로 내진 설계시 최대지반 가속도(0.182g)를 타 콘소시움보다 보수적으로 적용하였을 뿐만아니라, 충실히 액상화 안정성 검토를 한 콘소시움은 현대산업개발이었다. 이를 종합하면, 가장 잘 검토된 콘소시움은 현대산업개발-대림산업-현대건설 순이다. ///</p>
<p>○ 지반조사 분석의 적정성 (3점)</p>	<p>○ 대림산업 콘소시움</p> <p>1. 기존 자료 분석 및 토질 시험·분석 결과의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기존 자료분석을 통해 개략적인 지층분포 및 공학적인 특성을 파악하였고, 중점검토항목 선정 및 설계지반정수 산정자료로 활용하였다. • 기술조사 지층단면도는 기술조사 계획노선의 지층조건 및 지층별 공학적특성을 제시하였고, 최적노선계획을 위한 상세 지반조사 계획을 수립하는데 활용하였다. • 조반조사는 기술조사와 공동조사를 배제하고, 본 콘소시움에서 수행한 개별조사항목은 13개 정도 이다(기본설계보고서, p.35). 대표적인 개별 지반조사항목은 시추조사(33공), 핸드오거보링(7공), 시험굴조사(6공), 탄성파탐사(2)이다. 이 결과로 기본설계 수행방향 수립과 구조물 설계에 지반정보를 제공하였다. • 지존자료인 인천공항철도1단계 1-5공구 지층분포특성을 파악하여 사업구간 시점부 및 입출고선 지층분포특성을 분석하였다. 그리고 Airside 지역의 비배수전단강도는 평균 24.9kPa로, 제2터미널의 연약지반 압축지수는 평균 0.21로 제안하였다. • 연약지반의 기준을 마련하기 위하여, 자료의 교란도 분석과 N치-콘저항치의 상관관계에서 표준관입시험의 $N치 \leq 5$를 연약지반으로 결정하였다. 그리고 초기간극비는 0.85~1.06, 보정 전·후 평균

평가항목	항목별 평가사유
	<p>압축지수(C_c)는 각각 0.28/0.33 이었다.</p> <p>2. 지표지질 및 주변환경조사의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지형특성 분석결과, 사업구간은 대규모 매립에 의해 생성된 지역이며, 2개의 선구조 노선이 인근에 분포하고 있다고 제안하였다. • 상세 지표지질조사 결과, 선구조와 유사한 방향성을 보이는 2개의 소규모 추정 단층이 분포하고 있으나, 사업노선과 무관한 것으로 분석 및 제안하였다. • 사업구간내에 주변환경조사 결과, 지질위험요소는 없는 것으로 제시하였다. <p>3. 지질특성의 설계 적용여부</p> <ul style="list-style-type: none"> • 매립 및 퇴적이력, 연약지반 층후 분석으로 연약지반을 4구간으로 구분하였다. 지층분포는 매립층, 퇴적점성층, 퇴적사질토층, 풍화토층, 풍화암층, 기반암층 순으로 제안하였다. 4구간의 연약지반은 물리적특성(함수비, 단위중량, 초기간극비), 강도특성(비배수전단강도, 강도증가율), 압밀특성((재)압축지수, 압밀계수, 투수계수)을 제시하였다. 여기서 1~3구간은 유사한 경향을 보였고, 4구간은 유수지 및 매립이력의 영향으로 공학적특성 차이가 있다고 하였다. <p>○ 현대건설 콘소시움</p> <p>1. 기존 자료 분석 및 토질 시험분석 결과의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 조반조사는 기술조사와 공동조사를 배제하고 본 콘소시움에서 수행한 개별조사항목은 28개 이었다. 대표적인 개별 지반조사항목은 시추조사(23공), 현장배인시험(5회), 탄성파탐사(0.8km), 환경시험(8회) 등 이었다. 이 결과로 기본설계 수행방향수립과 구조물설계를 제안하였다. 그리고 조사항목은 기본설계보고서(p73)에 제시하였다. • 지질특성 결과, 간석지의 매립지와 해수침투 및 염해 검토가 요구되어 장기 지하수위 측정과 수질분석을 반영하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<ul style="list-style-type: none"> • 시·중점 구간 활주로 하부 퇴적층 내 연약지반($N \leq 6$)이 분포하여 활주로 침하영향 검토 및 기존 자료 부재구간의 추가 상세조사를 반영하였다. • 퇴적층은 대부분 계획고 상부에 지하수위가 분포하고 있고, 압밀침하로 투수계수가 낮다. 이는 근접시공성 향상을 위해 가시설 및 굴착공법 설계에 활용하였다. • 개량된 연약지반 구간인 활주로 하부로 터널이 통과할 때, 발생하는 침하량을 검토하기 위하여 개량후 연약지반의 물성치(압축지수, 초기간극비 감소, 개량효과 확인)를 활용하였다. • 3차원 지층모델링(ArcGIS)을 이용한 기본설계 노선의 지층분포특성을 파악하였고, 기본설계노선은 대부분 토사층을 통과하였고, 중간정거장 인근 풍화대가 조기 출현하였다. 그리고 쉘드 TBM 터널은 일부 풍화암층을 통과한다고 제시되어 있었다. • 토사층은 전단강도는 $C=15\text{kPa}$, $\phi=30.3^\circ$ 이었고, 점성토의 변형계수와 투수계수는 각각 $E_m=3.2\sim9.2\text{MPa}$, $k=4.5\sim5.9 \times 10^{-5}\text{cm/sec}$ 이었다. • 지층은 매립토층, 최적점성토층, 퇴적사질토층, 풍화토층, 풍화암층, 연암층 순으로 제시하였으며, 연약지반은 4개의 구간으로 분류하였다. 이 구간별 특성파악을 하여 설계지반정수를 산정 및 활용하였다. <p>2. 지표지질 및 주변환경조사의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지질특성은 선캄브리아기 경기 편마암복합체 내 주라기 대보화강암으로, 사업구간은 대부분 제4기 충적층 구간을 통과하는 것으로 판정하였다. • 주변환경조사 결과, 사업지역 고지형 분석결과 매립전 과거 간석지가 분포한다고 제안하였다. 염해영향 검토결과, 일부 해수영역에는 염해대책의 필요성을 제안하였다. 그리고 지반환경 영향 검토결과, 토양내 중금속 함유량 및 콘크리트 유행성분은 미미하다고 제안하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>3. 지질특성의 설계 적용여부</p> <ul style="list-style-type: none"> • 쉘드 TBM 통과구간 지반특성을 분석한 결과, SAT value (3.5~27)에 따른 굴착량(612 m³/비트)의 거동을 구하여 비트 마모도와 교체시기를 산정하였다. • 구조물 교차 및 근접시공 구간에 대해 3차원 정밀 지층분석을 하여 구조물 안정성 확보에 활용하였다. • 지하수위 변화에 강우영향은 크고 조석영향은 미미하여 가시설 공사의 안정성 검토에 활용하였다. • 굴착토 및 제거토는 하부노반 재료 기준에 만족하므로 입출고선 하부노반 재료에 사용하였고, 노반 안정성 확보에 활용하였다. <p>○ 현대산업개발 콘소시움</p> <p>1. 기존 자료 분석 및 토질 시험분석 결과의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기존 자료분석을 예비조사의 개념으로 수행하였다. 특히, 계측결과는 시험시공의 역할을 하였고, 많은 수의 조사자료를 확보하여 성과신뢰성 제고와 추가 집중조사로 효율적 조사를 기본방향으로 정하였다. • (지반조사 자료 분석) <ul style="list-style-type: none"> - 지반조사는 기술조사와 공동조사를 배제하고 본 콘소시움에서 수행한 개별조사항목은 40개 정도 이었다. 대표적인 개별 지반조사항목은 시추조사/SPT/효율측정(35/848/4회), CPT(6회), LLT/PMT(24/12회), 토질기본물성시험(204회), 전기비정향탐사(0.9km)와 다운홀시험/밀도검층(3/3)을 실시하였다. 특이한 점은 표준관입시험 8회를 실시하였고, 이 장비의 효율을 4번 측정하여 N치를 보정하였다. - 기존 지반조사 자료 중에 기술조사 자료를 이용하여 심도에 따른 지층구조를 파악하였다. 하지만 지층의 물성치가 급변하는 구간(N=1/30~3/30)에 대한 물성치 조사를 추가 실시하였다. 제3활주로 사전·확인 조사자료 결과, 연약지반을 개량(PBD)한 효과로 초

평가항목	항목별 평가사유
	<p>기간극비가 일정하게 수렴하였고, 강도도 2배 증가하였다. 하지만 개량 전·후의 간극비 차이가 발생하여 2차 압밀의 영향을 규명할 필요성을 제기하였다. 그리고 인근지역의 자료조사를 통하여 퇴적층의 분포두께를 파악하였고, 표준관입시험 N치=10 내외 이면서 두께가 2~3m인 지층구조가 발견되어 추가조사를 통해 상세조사의 필요성을 언급하였다.</p> <p>• (계측관리 자료 분석) 제3활주로의 지표면 침하 계측결과를 이용하여 연약지반 개량된 현재의 지반상태를 역해석하여 지반특성의 변화경향과 설계지반정수를 유추하였다. 제4활주로의 C_c는 0.11~0.27을, 유지관리해석시 2차 압축지수는 $C_{\alpha}=0.002\sim0.004$를 반영하였다.</p> <p>• 기존 자료를 근거로, 추가 개별조사를 충분히 수행하여 지층구조(집중공 6공), 지층별 강도와 변형특성(공내제하시험 54회)을 작성하였다. 그리고 조사항목은 기본설계보고서(p70)에 제시하였다.</p> <p>• (물리, 압밀 및 변형특성 결과) 교란도분석, 압밀시험결과보정, 현장배인시험보정, 콘계수제산정, 소성도표, 초기간극비 그리고 다음 식과 같은 변형특성을 제시하였다.</p> <p style="padding-left: 40px;">- $E = E_{PMT} \times \alpha$</p> <p style="padding-left: 80px;">여기서 점토 : $\alpha = 1\sim1.5$, 모래 : $\alpha = 2\sim3$</p> <p style="padding-left: 40px;">- 배수 $E_D : \nu = 0.3$ 적용</p> <p style="padding-left: 80px;">비배수 $E_U : \nu = 0.5$ 적용</p> <p>• (강도 및 내진특성 결과) 비배수전단강도, CIU 시험으로 점착력(C_{cu})과 내부마찰각(ϕ_{cu}), 그리고 강도증가율, SHANSEP 보정, 이방성특성, 진동시 강도특성, 액상화 특성을 산정 및 반영하였다. 특히, 진동시 퇴적점토층의 탄성계수는 진동시 86%로 감소함을 제시하였다.</p> <p>2. 지표지질 및 주변환경조사의 적정성</p> <p>• 지표지질조사 결과 노선에 대한 선구조 영향은 미약할 것으로 분석되었고, 고지형분석 결과 과거 조산대지형에서 매립에 의한 지형변화가 심함을 제시하였고, 수질분석 결과 금속수질분석한 CI</p>

평가항목	항목별 평가사유
	<p>실험값이 기존의 자료와 차이가 있다고 제안하였다. 토양분석 결과, Landside와 Airside 구분하여 CI 값을 차별적으로 적용하였다. 광역선구조 영향과 지형변화에 대해 검토하였으며 염분도 결과의 설계 적용시 구간별 적용을 하였다.</p> <p>3. 지질특성의 설계 적용여부</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지층구조는 지표면으로부터 매립층, 퇴적점토층, 퇴적모래층, 풍화토층, 풍화암층으로 이루어져 있고, 이에 대한 설계지반상수를 제시하였다. 여기서 퇴적점토층은 퇴적이력과 환경에 따른 지층을 3종류로 분류하여 지층별 설계지반정수를 제시하였다. • 퇴적점토와 모래층 입도를 고려하여 터널장비를 선정하였다. 연약 2, 3구간에는 매립층 관입성과 연약층 심도를 고려하여 공법을 선정하였다. 그리고 1, 2차 압밀특성을 고려하여 GCP 공법을 선정하였다. 마지막으로 토양내의 염분분포를 고려하여 구조물 염해영향을 제시하였다. <p>2. 평가의견</p> <p>조반조사의 종류와 빈도는 구조물 기초지반 보강공법 선정과 향후 구조물 유지관리에 매우 중요한 변수가 된다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기술조사와 공동조사를 배제하고, 각 콘소시움별 수행한 개별조사 항목은 현대건설 28개, 현대산업개발 40개, 대림산업 13개 이상 이었다. 시험횟수 또한 현대산업개발-현대건설-대림산업 순이었다. • 지반해석에서 가장 중요한 물성치 중의 하나는 변형계수이다. 이 계수는 공내재하시험으로 구하고, 시험횟수가 증가할수록 일반적으로 신뢰성이 높아진다. 개별조사한 공내재하시험을 각 콘소시움별로 살펴보면, 현대건설은 3회, 현대산업개발은 54회, 대림산업은 9회이었다. 또 다른 중요한 물성치는 표준관입시험의 N치이다. 이 값은 시험장비의 노후화와 기술자의 숙련도에 따라 큰 차이를 보이기 때문에 N치를 구할 때 장비효율을 측정하여 보정해야 한다. 보정한 콘소시움은 현대산업개발 콘소시움 뿐이다. 마지막으로

평가항목	항목별 평가사유
	<p>연약지반에서 신뢰성 있는 지반의 물성치는 CPT로 구할 수 있다. 개별조사한 이 시험은 현대건설은 2회, 현대산업개발 6회, 대림산업 0회를 실시하였다. 이 부분은 현대산업개발-현대건설-대림산업 순이었다.</p> <p>따라서 기존자료 활용, 개별 지반조사한 시험 항목과 횟수, 시험 결과의 보정, 그리고 퇴적 점토층의 퇴적특성 및 배수조건을 고려한 설계지반정수를 산정하여 신뢰성을 확보한 콘소시움은 현대산업개발-현대건설-대림산업 순이다. ///</p>
<p>○ 터널 안정성 확보의 적정성 (6점)</p>	<p>○ 대림산업 콘소시움</p> <p>1. 연결철도 시점부 기존공항철도 구조물 철거에 따른 터널안정성 확보의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> 제1여객터미널정거장~도로하부 통과구간에서, 녹지통과구간(A2)과 주차장 진출램프하부(A4)는 램프벽체를 이용하여 토압지지 및 지반그라우팅을 실시하였다. 그리고 계류장 통과구간의 건널선 신설구간(B2)은 양압력용 보강앵커와 지반그라우팅을, KTX-공항철도 연결구간과 건널선 신설구간(B3)은 앵커보강을 제안하였다. 기존구조물 철거에 대한 터널 안정성 검토를 제시하였다. BIM 구축을 통한 기존구조물의 보강계획을 제안하였다. 기존구조물의 정밀안전진단을 실시하였다. <p>2. 제3활주로 하부 통과구간 터널 및 활주로 안정성 확보의 적정성 등</p> <ul style="list-style-type: none"> 유사사례, 경험식, 그리고 수치해석을 통한 침하검토를 실시하여 PBD 간섭 배제하고, 침하량을 만족하는 토피고 2.3D(17.5m)와 순간격 1.9D(14.6m)를 제안하였다. 즉, 토피고 17.5m에서 침하량은 16.7mm 이었다. 제3활주로 하단 터널 굴착시, PBD 하단이 터널장비와 저촉되지 않게 0.6m 이격된 거리에 터널상단을 위치하여 터널의 안정성과 굴진성을 제안하였다. 셸드터널 침하 원인별 대책방안, 막장압 및 뒤채움 관리기준을 제시하였다. 다시 표현하면, 막장압자동유지장치, 방향제어로 쉘

평가항목	항목별 평가사유
	<p>드 TBM 선형유지, 뒤채움 모니터링, 수평창 지수재 3열 배열하여 누수에 의한 침하방지 등으로 장비개선을 통한 침하원인별 대책방안을 제시하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 굴진 안정성 확보를 위한 개선사항도 제시하였다. • 공사중 즉시침하량, 운영중 압밀침하량, 쉘드터널과 세그먼트 구조 안정성을 검토한 결과, 모두 안정하다고 제시하였다. <p>3. 터널굴착공법의 정확성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 터널연장이 길고 연약지반으로 구성된 본 과업구간은 시공성, 안정성 및 공기측면에서 본선은 쉘드 TBM 공법을 제시하였고, 교차통로는 기계굴착을 이용한 NATM 공법을 적용하였다. 그리고 횡갱은 3개소를 제안하였다. • 지하주차장 램프통과구간은 언더피닝공법, 계류장 하부구간과 연결선 접속구간은 TRcM 공법을 제안하였다. • 활주로 통과구간 연약지반의 침하 최소화 및 터널 안정성 증대 측면에서 유리한 단선병렬형식을 제안하였다. • 토사지반에 그리퍼 지지가 곤란하므로 세그먼트 지지에 의한 single 형식 쉘드 TBM과, 토사지반 굴착을 고려한 배토량 측정으로 막장압 조절이 용이한 이토압식 쉘드 TBM 공법을 제안하였다. • Semi Dome 형식에 비해 지반변위가 적어 막장 안정성 확보에 유리하고 토사지반 굴진효율이 우수하며 디스크커트 Housing 설치로 전석 및 풍화암 굴착이 가능한 Flat형을 적용하였다. • 막장 주입제는 막장안정, 장비 마모방지 및 굴착토(점토 및 사질토 혼재)의 소성 유동화에 유리하며 친환경적인 폴리머 주입제를 선정하였다. • 안정적 굴진성능 향상으로 쉘드 TBM 커터헤드를 개선안을 제시하였다. <p>4. 지보공 적용의 정정성 등</p> <ul style="list-style-type: none"> • 세그먼트의 두께/폭과 강도는 각각 300/1,600mm, 450MPa를 적용하였다. • 분할방식은 강성 및 방수성능 증가가 가능하고, 시공성이 우

평가항목	항목별 평가사유
	<p>수한 7분할 및 편테이퍼 방식을 적용하였다. 그리고 Key 세그먼트 조립방식은 구조적으로 안정한 축방향 삽입 및 지그재그 방식을 적용하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 세그먼트 방수제는 비팽창부에 의해 외부돌출을 방지하고 최근 시공실적이 우수한 수팽창 지수제 복합형을 적용하였고, 지수제 배열은 지수성능이 우수하고 시공오차에 대비할 수 있는 외측 2열, 내측 1열을 제시하였다. • 세그먼트 뒤채움제는 초기강도가 높고 지하수 영향이 적은 가소성 주입재를 적용하였고, 굴착과 동시에 동시주입방식과 세그먼트 주입공을 통한 2차 주입방식을 적용하였다. • 세그먼트의 내구성, 내화성 그리고 내염해성을 설계기준에 만족하도록 제안하였다. 또한 자동 클리언스 측정장치와 포켓부 보강 철근 삽입으로 세그먼트의 개선안을 제시하였다. • 구조물 기초지반보강용 고압분사공법의 개량체 지름은 1.2m와 개량체 중간간의 간격(CTC)은 구조물별 다양하게(CTC 1.7m, CTC 2.0m) 적용하였다. • 저토피 및 쉘터터널 발진구와 도달부 구간은 지반보강용 고압분사공법을 적용하였으며, 이 개량체의 지름과 중심간의 거리는 각각 1.5m와 1.5m를 제시하였다. <p>○ 현대건설 콘소시움</p> <p>1. 연결철도 시점부 기존공항철도 구조물 철거에 따른 터널안정성 확보의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 시점부 계류장 통과구간과 제3활주로 안전구역 통과구간의 구조물 보강계획은 공항운행에 영향이 없도록 비개착공법을 제안하였다. • BIM 구축을 통한 기존구조물의 보강계획을 제안하였다. • 시공과정은 상부하중 제거를 위한 TRcM으로 보강하였고, 벽체 및 기둥 제거에 따른 보강앵커를 설치하여 터널 안정성을 제안하였다. • 대형구조물 절단에 적합하며 제한된 공간에서 정밀시공이 가

평가항목	항목별 평가사유
	<p>능한 Diamond wire saw+Buster 공법을 적용하였다. 기존구조물 안정성 확보안과 수방대책에 유리한 신설구조물 시공 완료후의 벽체 및 기둥 일괄철거 안을 제안하였다.</p> <p>2. 제3활주로 하부 통과구간 터널 및 활주로 안정성 확보의 적정성 등</p> <ul style="list-style-type: none"> • 항공기 하중에 의한 지중응력을 이론과 수치해석으로 검토한 결과, GL(-)10m 이하에서 하중이 97~98% 이상 감소한다고 제시하였다. • 터널굴착시 제3활주로 PBD 하단이 터널장비와 저촉되지 않게 0.82m 이격된 거리에 터널상단을 설치하여 안정성과 굴진성을 제안하였다. • 수치해석으로 터널 천단변위 검토, 지표침하 검토, 세그먼트 휨압축응력과 최대축력을 검토한 결과, 모두 안전하다고 제시하였다. • 신뢰성 이론을 통한 지표침하 영향을 검토하였고, Gap Parameter의 영향을 고려하여 제3활주로 침하영향을 제시하였다. 또한, 모형토조시험으로 굴진을 증가시 침하가 감소하는 것을 제시하였다. • 실지반을 모사한 축소모형 실험에서 터널이 퇴적모래층에 위치할 경우 지표침하가 현저히 감소하여 활주로 하부 퇴적모래층에 터널위치를 제안하였다. <p>3. 터널굴착공법의 정확성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 본선은 쉘드 TBM 공법 적용하였고, 횡개부는 기계굴착용 NATM 공법을 적용하였다. 횡개는 1개소를 제안하였다. • 계류장 하부구간과 연결선 접속구간은 TRcM 공법을 제안하였다. • 굴착공법의 정확성을 위한 쉘드 모형실험(쉘드TBM실험장비, 슬럼프시험, 스크류컨베이어축소모형실험)을 수행하였다. • 수치해석을 및 실내실험을 통한 주요구간 굴착 안정성을 검토하였다. • 내염해를 고려한 고강도 세그먼트 설계로 구조안정성 확보

평가항목	항목별 평가사유
	<p>및 효율적인 유지관리를 위한 시설물 계획을 수립하였다.</p> <p>4. 지보공 적용의 적정성 등</p> <ul style="list-style-type: none"> • 세그먼트의 두께/폭과 강도는 각각 350/1,500mm, 500MPa를 적용하였다. • 단면력 결정을 위한 주요 구간검토는 저토피 구간, 연약지반 구간, 대심도 구간, 발진부 구간에 대하여 검토하였다. • 세그먼트 라이닝 단면 검토와 제3활주로 하부통과 안정성을 검토하였다. 또한 저토피 구간을 원지반과 교반하여 지반강성을 증대시키는 안을 제시하였다. <p>○ 현대산업개발 콘소시움</p> <p>1. 연결철도 시점부 기존공항철도 구조물 철거에 따른 터널안정성 확보의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지하주차장 램프구간은 PRS공법을 이용하여 기존선과의 연결 방안을, 커브사이드 교량구간은 구조물 상부토사를 경량콘크리트로 치환하여 하중저감을 유도하는 방안을, 계류장구간과 제3활주로 남측구간은 하중저감 박스(상부) 및 앵커(하부)로 보강 방안을 제시하였다. 그리고 계류장 하부구간과 연결선 접속구간은 TRcM 공법을 제안하였다. • 구조물 가상현장구축, BIM을 이용한 상세검토, 3차원 공정관리 시스템을 구축하여 기존구조물 보강계획을 수립 및 제안하였다. • 기존구조물(공항철도) 및 주변 시설물 정밀안전진단을 실시하여 균열과 누수에 대해서 보수계획을 제안하였다. • 기존구조물 개량에 대한 안정성 검토와 기존구조물 개량구간 주변시설물 및 지반침하 안정성을 검토하였다. • 기존구조물 보강공법에 대한 적정성과 안정성을 전문기관 안전성 검증을 받았다. <p>2. 제3활주로 하부 통과구간 터널 및 활주로 안정성 확보의 적정성 등</p> <ul style="list-style-type: none"> • 활주로 하부 통과구간 설계흐름작성, 하네타 공항 하부통과 사례조사, 해외 설계자문, 국내쉴드사례분석, 토조모형실험, 지반조

평가항목	항목별 평가사유
	<p>건에 적합한 첨가제 시험, 공인기관 안정성 검증 등을 제안하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 시공시 위험요소(PBD 인발로 개량된 연약지반 토괴의 연동침하, 배니관 폐색현상, 시추공을 통한 이수압 분출, 지반침하)를 검토하였다. • 일본 하네다공항의 계측결과를 반영한 본 구간을 침하량 분석하였고, Gap Parameter를 고려한 수치해석 결과는 토피고가 2.3D(18.0m)로 제안되었다. 이 토피고에 해당하는 침하량은 13mm 이었다. • 실지반을 모사한 축소모형 실험에서 터널이 퇴적모래층에 위치할 경우 지표침하가 현저히 감소하여 활주로 하부 퇴적모래층에 터널위치를 제안하였다. • 터널굴착시 PBD 하단이 터널장비와 저촉되지 않게 1.3m 이격된 거리에 터널상단을 설치하여 안정성과 굴진성을 제안하였다. 퇴적모래층 대응성이 우수한 토압식 쉼드 TBM을, 종합굴진관리시스템을 적용하여 활주로 침하관리를, 고로슬래그+PP섬유+탄성조인트를 사용하여 세그먼트를 개선하는 안을 제시하였다. • 활주로 침하 최소화를 위한 장비 설계와 굴진효율 향상을 위한 막장 첨가제 및 장비설계를 제안하였다. • 활주로 하부통과 구간 3차원 안정성 검토와 쉼드 TBM 발진구 및 도달구 안정성 검토 및 공인기관 검증도 병행 하였다. <p>3. 터널굴착공법의 정확성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 활주로 하부통과구간의 시점부는 기존구조물 연결작업 특성을 고려하여 연장을 최소화한 TRcM 공법을, 이 구간의 종점부는 활주로 구간 통과연장을 고려하여 침하 안정성을 확보한 쉼드 TBM 공법을 적용하였다. • 횡갱 굴착공법은 누수 취약부인 횡갱부에 강제 세그먼트와 강관용접을 통한 그리고 완전차수가 가능한 강관압입공법을 선정하였다. 그리고 횡갱은 2개소를 제안하였다. • 내염해를 고려한 고강도 세그먼트 설계로 구조안정성 확보 및 효율적인 유지관리를 위한 시설물 계획을 수립하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>4. 지보공 적용의 정정성 등</p> <ul style="list-style-type: none"> • 세그먼트의 두께/폭과 강도는 각각 350/1,500mm, 450MPa를 적용하였다. • 세그먼트 설계는 염해대책, 내화대책, 상부토압지지, 지진시 세그먼트의 안정성 확보, 내구성검토, 곡선구간 시공방안을 제시하였다. • 접속부 안정성 확보를 위하여 강관압입공법과 접속부 보강계획, 접속부 안정성검토, 발진부 및 도달부 보강계획을 제시하였다. <p>3. 평가의견</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모든 콘소시움이 제안한 연결철도 시점부에 있는 기존공항철도 구조물 철거에 따른 터널 안정성 확보방안은 적절하다. 특히, 기존구조물 및 주변시설물의 정밀안전진단은 현대산업개발과 대림산업 콘소시움이 실시하였고, 기존구조물 보강공법의 적정성과 안전성 검증은 현대산업개발 콘소시움만 실시하였다. • 연직배수재(PBD) 저축 받지 않는 터널위치 선정에서, 기 설치된 PBD의 길이를 위치별로 정확히 알 수 없는 상태(시공기록지)에서 쉘드 TBM이 퇴적점토층을 지나가게 하는 것은 무리이다. 지반이 견고하여 PBD가 설치될 수 없는 퇴적사질토층에 터널을 위치한 현대산업개발 콘소시움이 가장 잘 검토하였다. 이 결과로 제3활주로의 침하량이 가장 작게(13mm) 나타났다. • 콘소시움별 토피고에 따른 침하량을 살펴보면, 현대산업개발 콘소시움은 최대토피고 18m에 침하량이 13mm 이었고, 대림산업은 토피고 17.5m에 침하량이 16.7mm 이었다. 그리고 현대건설은 가장 작은 토피고 16m에 침하량이 19.2m로 가장 크게 발생하였다. • 제3활주로의 연약지반을 보강한 PBD 하단에서 쉘드터널까지 이격된 거리를 각 콘소시움별로 표시하면, 대림산업은 0.6m, 현대산업개발은 1.3m, 현대건설 0.82m을 제시하였다. • 모형시험으로 지표침하분석을 통한 사전 안정성 검증을 실시한 콘소시움은 현대건설과 현대산업개발 콘소시움 이었다.

평가항목	항목별 평가사유
	<ul style="list-style-type: none"> • 쉘드터널 해석 조건 타당성 및 제3활주로 침하량 안정성 검증을 전문기관 안정성 검증을 수행한 콘소시움은 현대산업개발 뿐이다(입찰안내서 참조). • 활주로 하부통과 구간은 모든 콘소시움이 동일한 쉘드 TBM 장비를 적용하였다. • 횡갱은 현대건설(1개소)과 대림산업(3개소) 콘소시움이 기계굴착식 NATM 공법을, 현대산업개발 콘소시움(2개소)이 강관압입공법을 적용하였다. 연약지반에서 강관압입공법이 기계굴착식 NATM 공법 보다 상대적으로 안정성(활주로 침하) 향상과 누수를 최소화시킬 수 있는 공법이다. 따라서 현대산업개발 콘소시움이 제시한 횡갱 2개소의 강관압입공법이 타 콘소시움 보다 적절하다. 대림산업 콘소시움(3개소)은 현대건설(1개소) 콘소시움과 동일한 횡갱 터널공법을 적용하였으며, 횡갱의 개수는 대림산업 콘소시움이 더 많이 적용하였다. • 세그먼트의 두께/폭, 강도는 각각 현대(350mm/1.5m, 500MPa), 현대산업개발(350mm/1.5m, 450MPa), 대림산업(300mm/1.6m, 450MPa)을 제안하였다. 세그먼트 두께와 강도가 클수록 쉘드터널의 시공성과 안정성이 좋기 때문에 현대건설-현대산업개발-대림산업 콘소시움 순으로 제안이 좋다. • 쉘드터널의 세그먼트 제원결정은 연약지반을 고려하여 전토퍼하중(현대산업개발)으로 고려하느냐 아니면, 연약지반의 자중을 미고려한 Terzaghi 이완하중(대림산업, 현대건설)을 적용하느냐에 달려 있다. 본 현장과 같은 연약지반조건은 Terzaghi 이완하중 보다 보수적인 전하중개념(아칭효과를 무시한 개념)의 하중을 작용시키는 것이 좋기 때문에 현대산업개발-현대건설=대림산업 콘소시움 순으로 제안이 좋다. • 고압분사공법의 개량체 지름은 구조물의 안정성과 경제성에 중요한 변수이다. 대림산업 콘소시움은 동일한 고압분사공법에 개량체 지름을 1.2m(구조물 기초지반 보강용)와 1.5m(쉘드터널 발진구 및 도달부) 형태로 적용하였다. 현대건설 콘소시움은 개량체 지름을 1.2m(제3활주로 안전구역, 계류장 통과구간)를 동일하게 적용하였다. 그리고 현대산업개발 콘소시움은 개량체 지름을 1.0~1.2m(구조물 기초지반보강용 고압분사공법명은 SIG공법을 제시함)와 1.0m(쉘드터널 발진구 및 도달부)짜리 두 가지 형태로 적용하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>검토자의 연구결과에 의하면, 공법별 개량체의 지름 차이가 있으며 일반적으로 토사지반에 형성되는 개량체의 지름은 0.8~1.3m으로 넓게 나타난다(SIG=1.2m, RJP=1.3m 등). 여기서 대림산업 콘소시움이 제시한 개량체의 지름은 현실적으로 구현하기 어려운 제원이고, 현대산업개발 콘소시움만이 공법명(SIG방법)을 언급하면서 그에 준하는 보수적인 지름을 제시하였다^(박영호, 2004, '석회암 공동부에 근입된 말뚝기초의 설계 및 시공법 개발', 한국도로공사 도로교통연구원 연구보고서).</p> <p>• 염해 안정성을 위해 현대건설과 현대산업개발 콘소시움은 고로슬래그를, 대림산업 콘소시움은 방청제를 사용하였다. 내화 안정성을 위하여 현대산업개발 콘소시움은 PP섬유 첨가제를, 대림산업 콘소시움은 코팅제 도포 및 내화폴탈을 사용하였다.</p> <p>상기 내용을 종합 정리하면, 기존구조물 및 주변시설물의 정밀 안전진단은 현대산업개발과 대림산업 콘소시움이 실시하였다. 기존 구조물 보강공법의 적정성과 안전성 검증은 현대산업개발 콘소시움만 실시하였다. 연직배수제(PBD) 저축을 고려한 터널위치 선정은 현대산업개발-현대건설-대림산업 순으로 잘되었다. 모형시험으로 지표침하분석의 안정성 검증은 현대건설과 현대산업개발 콘소시움이 잘 되었다. 쉘드터널 해석조건 타당성 및 제3활주로 침하량 안정성 검증을 전문기관 안정성 검증을 수행한 콘소시움은 현대산업개발 콘소시움 뿐이다. 횡갱은 지형조건을 고려한 현대산업개발-대림산업-현대건설 콘소시움 순으로 잘 되었다. 세그먼트의 제원은 두께와 강도가 클수록 쉘드터널의 시공성과 안정성이 좋기 때문에 현대건설-현대산업개발-대림산업 콘소시움 순으로 제안이 좋다. 쉘드터널의 작용하중은 Terzaghi 이완하중 보다 연약지반조건을 고려(아칭효과를 무시)한 보수적인 전하중개념의 하중을 작용시키는 것이 좋기 때문에 현대산업개발-현대건설-대림산업 콘소시움 순으로 제안이 좋다. 터널주변에 적용한 고압분사공법의 개량체는 적용공법 명시와 동일한 제원을 적용한 현대산업개발-현대건설-대림산업 콘소시움 순으로 제안이 좋다.</p> <p>따라서 본 항목은 현대산업개발-현대건설-대림산업 콘소시움 순으로 잘 제안되었다. ///</p>

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 지반조사 분석을 통한 설계의 적정성 (3점)</p>	<p>○ 대림산업 콘소시움</p> <p>1. 토공 설계(길내기, 배수, 사면, 본선 부속 등)의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 토공설계기준인 표준횡단면도, 토공상부노반우수침투배제, 토공구간계측관리에 대해서 개선안을 제시하였다. 표준횡단면도는 상부노반 1.5m, 강화노반 두께 30cm를 상향시켜 콘크리트 도상노반 안정성 확보하였고, 토공 흙쌓기 전구간의 상부노반에 아스팔트포장과 비탈면보호콘크리트를 병행 설치안을 제안하였다. 또한 토공구간내 지표침하계 48개소를 반영하여 노상강성 확보 및 시공후 궤도분야에 연계할 계획을 제안하였다. • 발생토사 안정처리후 성토구간 쌓기 재료로 활용 및 사토운반거리 최소화하였다(제3활주로 북측 나대지 활용). • 길내기는 T1~T2 연결도로 지하차도 이설과 남측도로 종단계획 변경안을 제안하였다. 전자는 북측으로 575m 이설하여 철도하부로 도로 통과하는 입체교차로 계획을 제안하였고, 후자는 입출고선 하부통과로 도로종단선형을 변경하여 우회도로 시공후 입출고선 박스시공을 제안하였다. • 노선대 주변 배수시설현황 및 유역면적을 조사하여 배수로 계획 및 U형 수로 통수단면적을 확보하는 것을 제안하였다. • 본선부속 및 구조물접속부 설계는 철도노반 보호와 관계기관 의견을 반영하여 토공 전구간 능형망 울타리를, 침하방지와 안정성 확보를 위해 토공과 U-Type 접속부 3개소에 구조물 접속부(시멘트로 처리된 보조도상) 처리를, 입출고선의 토공구간 곡선부 3개소에 배수시설(집수정)을 제안하였다. <p>2. 구조물 기초 공법 선정 및 공법 선정의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 구간①: T1기존구조물연결구간, 구간②: 기존구조물변경/비개착박스구간, 구간③~④: T2 전방과 후방 개착박스구간-커브사이드, Antler, 탑승교 등, 구간⑤: 입출고선 개착박스구간, 구간⑥: 입출고선 토공 및 U-type구간의 구조물 기초보강공법으로 고압분사공법을 적용하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>• 지반안정성 보강효과 매우 우수하고, 소형장비로 협소한 공간에서 작업이 가능하기 때문에 고압분사공법을 제안하였다. 또한 슬라임 저감과 염해에 대한 장기적 내구성 확보, 혼화제 첨가로 조기강도 발현 및 확실한 균질 고강도 개량체를 형성할 수 있다고 언급하였다.</p> <p>• 상기 구간에서 지반보강 전(前)에 이론적인 직접기초의 지지력과 침하 공식을 사용하여 검토한 결과 불안정하게 나타났다. 전술한 이유로 고압분사공법을 적용하였으며, 개량체의 지름은 1.2m로, 보강체의 간격은 2종류인 1.7m×1.7m, 2.0m×2.0m로 제안하였다. 아쉬운 점은 이에 대한 근거 식이 제출한 보고서에서 찾을 수가 없었다(구조 및 각종 계산서, p.78~p.80).</p> <p>3. 기초지반(연약지반 등) 처리공법 선정의 적정성</p> <p>• 연약지반의 기준은 표준관입시험에서 구한 $N치 \leq 5$로 산정하였고, 2구간으로 나누었다.</p> <p>• 토공노반의 연약지반처리방안은 연약지반의 심도두께에 따라 적용방법을 달리하였다. 심도가 3.6m 미만인 경우는 치환공법으로, 그 이상이면 PBD+프리로딩 공법으로 적용하였다. 이 두 공법 모두 계산한 침하량이 허용침하량 이내로 만족하도록 제안하였다.</p> <p>• 토공부 연약지반은 지표면침하계, 지중경사계, 간극수압계, 지하수위계, 층별침하계를 설치하여 공사중 침하관리 및 향후 거동을 예측 및 제시하였다.</p> <p>• 입출고 복선구간(714m)은 PBD(1.5m×1.5m)+프리로딩 공법으로 연약지반을 개량하였다. 이때 압밀기간은 약 5.6개월 소요되고, 이 이후에는 허용침하량(2.5cm)를 만족하는 것으로 제시하였다.</p> <p>• 장비주행성에 따른 쇄석매트 두께를 제시하였다.</p> <p>• 입출고선 신설에 따른 기존의 공항철도 구조물 영향 분석을 통하여 고압분사공법을 제안하였다.</p> <p>4. 비탈면 보호공 설계의 적정성</p> <p>• 비탈면은 본선 토공 쌓기구간($L=505m$, $H=0\sim 2m$)과 입출고선 토공 쌓기구간($L=1,753m$, $H=0\sim 5m$)으로 제시하였다.</p>

평가항목	항목별 평가사유
	<ul style="list-style-type: none"> • 비탈면 쌓기 안정성 검토는 강우강도에 의한 지표면 포화대 형성과 침투류 해석을 통한 우기시 지하수위의 상승(3.03~4.18m↑)을 고려하였다. 이때 적용한 기준은 '건설공사 비탈면 설계기준(2011)'의 허용안전율을 이었다. • 쌓기 비탈면과 입출고선 치환구간 비탈면 안정성 검토 결과, 비탈면 기울기 1:1.5 적용시 건기(한계평형, 강도감소해석) 및 우기시 안정성을 확보하였다고 제시하였다. 또한 임시 비탈면인 가시설 상부 V-cut 구간, 프리로딩 임시 비탈면을 검토한 결과 안전하다고 제시하였다. • 비탈면 보호공법은 비탈면 세굴방지와 경제성을 고려하여 거적덮기+씨드스프레이공법을, 비탈면 표면유실방지 및 변형억제로 층두께 관리재(간격 30cm, B=2m)를 제안하였다. <p>5. 가시설, 부대시설 및 안전시설 설계의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 가시설 구조물은 4구간으로 나누었고, 적용방법은 V-cut한 후 쉬트파일을 제안하였다. • 개착박스구간은 토압경감으로 안정성 및 경제성을 개선하기 위하여 매립층 V-cut한 후 쉬트파일 공사를, U-TYPE은 굴착깊이가 작고 나대지구간에 Open-Cut을 적용하여 안전성과 경제성 향상 및 공기단축을 할 수 있는 방안을 제시하였다. • 가시설 계획구간인 V-cut 및 Open-Cut 적용시 발생하는 임시 비탈면의 기울기 안정성 검토 결과, 기울기 1:1.2 일때 안전율 1.13으로 허용안전율 1.1을 만족하므로, 임시비탈면의 기울기 1:1.2를 제안하였다. • 쉬트파일 연결부는 누수방지를 위한 지수제도포 및 인발시 침하방지를 위해 기초부쇄석포설을 제안하였다. • 가시설구간의 계측관리는 터널부, 기존시설물, 제3활주로와 통합된 계측시스템을 운영안으로 제시하였고, 시공중 계측기는 변형률계, 지하수위계, 지중경사계, E/A축력계, 하중계를 설치하여 안정성 검증하는 안을 제시하였다. • 모든 가시설 구조물의 안정성 검토결과, 버팀보, 띠장, 어스앵커 등에 대하여 안정성을 제시하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>○ 현대건설 콘소시움</p> <p>1. 토공 설계(길내기, 배수, 사면, 본선 부속 등)의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 토공설계는 길내기 단계별 시공계획(남측도로), 배수설계, 사면설계에 대해 제안하였다. • 길내기는 남측도로에 대해 시공단계별 계획을 제안하였다. • 땡지구간의 배수시설은 개천내기와 C(함)를 제안하였다. • 굴착토와 제거토는 하부노반 재료로 활용을 제안하였다. • 본선부속 설계는 능형망 울타리와 용도에 따라 출입문 설치, 154kV 전력선 이설계획을 제안하였다. <p>2. 구조물 기초 공법 선정 및 공법 선정의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 신규 구조물 접합구간은 부등침하를 억제하기 위하여 기존구조물 지반보강공법과 동일한 고압분사공법을 제안하였다. 고심도 연약층인 일반개착구간은 고압분사공법을, 저심도 연약층인 개착구간은 쇄석치환공법을 제안하였다. 남측도로 하부통과 구간은 항타시 기존공항 구조물 영향 발생으로 PHC말뚝을 이용한 저진동 매입말뚝(SDA)을 적용하였다. 커브사이드 교량 하부통과 구간은 상부 교각기초 연직/수평하중을 반영하여 강관말뚝을 적용하였다. • 고압분사공법의 개량체 지름은 1.2m, 개량률 28%(2m×2m)로 제안하였고, 이 공법으로 지반보강시 침하량 산정식은 복합지반개량개념의 식을 적용하였다. <p>3. 기초지반(연약지반 등) 처리공법 선정의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연약지반의 기준은 표준관입시험에서 구한 $N치 \leq 5$로 산정하였고, 본선과 입출고선으로 나누었다. • 본선상에 있는 인접한 중간정거장 근처의 지층분포 특징은 풍화대가 조기 출현하여 연약점토층의 두께가 얇게 분포(0.5~1.0m)하고 있고, 입출고선의 연약지반은 종점부로 갈수록 퇴적층의 두께가 두껍게 분포(0.5~14m)하고 있다고 제시하였다. • 두께가 얇은 토공구간의 연약지반(0.35m 이하)은 치환으로, 두께가 깊은 지역(13.48m 이하)은 장기압밀을 고려한 PBD+프리로

평가항목	항목별 평가사유
	<p>당 공법을 제시하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> 표준관입시험의 N치>10인 매립층은 PBD 시공성이 저하되기 때문에 매립층 제거후 PBD+프리로딩 시공방안을 제시하였다. 기존 공항철도 구조물에 근접하여 입출고선의 신설구조물기초를 설치할 때, 기존구조물의 연동침하를 방지하기 위하여 구조물 영향분석을 통한 매입말뚝공법(SDA)을 제시하였다. Pile Slab 공법 적용구간은 공벽붕괴 우려가 높은 연약점토, 느슨한 모래 및 자갈층으로 구성되어 있으므로 매입말뚝(SDA)공법을 적용하였다. <p>4. 비탈면 보호공 설계의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> 비탈면 안정성 검토는 포화심도를 고려한 지하수위의 상승(각기 구간 4.2m↑, 쌓기 구간 3.8m↑)을 고려하였다. 이때 적용한 기준은 '건설공사 비탈면 설계기준(2011)'의 허용안전율을 적용하였다. 각기와 쌓기 비탈면 안정성 검토 결과, 각기와 쌓기 비탈면 기울기는 각각 1:1.8, 1:1.5 적용시 한계평형해석(건기, 우기), 강도감소해석(건기, 우기)에 안전하다고 제시하였다. 유수지 수위변화에 안정성 확보와 친환경적인 비탈면 보호를 위하여 입출고선 종점부에 생태호안블럭을 제안하였다. 식생이 우수하고 친환경적인 비탈면 보호를 위해 씨앗뿌어붙이기+거적덮기를 제안하였다. 또한 쌓기부 비탈면 다짐 노력과 임시비탈면 보호를 위해 비탈면 방수천막과 임시배수로 설치를 제시하였다. <p>5. 가시설, 부대시설 및 안전시설 설계의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> 개착박스구간(고수위와 연약지반)에는 강널말뚝공법, U-TYPE 구간에는 얹지말뚝공법을 적용하였다. 그리고 가시설 전(全)구간에 H-형강 버팀보와 어스앵커를 제시하였다. 또한 굴착후 횡변위를 조절하기 위하여 스크류재, 반력식 선행하중재, 4축식 선행하중재를 굴착심도에 따라 적용하였다. 차수공법은 지하수 용탈현상이 없고, 개량체 강도발현과 내염해성이 좋은 실리카졸계 차수 그라우팅 공법을 제시하였다. 가시설구간의 임시비탈면에 대하여 평상시와 홍수위시 지하

평가항목	항목별 평가사유
	<p>수위에 대하여 안정성을 검토한 결과, 모두 안전하게 제시되었다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모든 가시설 구조물의 안정성 검토결과, 강널말뚝, 버팀보, 띠장, 어스앵커 등에 대하여 안전하다고 제시하였다. • 가시설 구조물의 시공중 위험도판정, 조치계획, 안정성 재검토를 위하여 계측관리(변형률계, 지중경사계, 지하수위계, 하중계 설치)를 제시하였다. • 활주로 근접 가시설 안정성 확보를 위하여, 공사중 지하수 유출방지(차수팩커와 차수용급결제), 벽체변위 최소화(선행하중재), 그리고 지표수 처리방안을 제시하였다. • 제2여객터미널 가시설 인터페이스를 고려하여 상부 10m를 개착공법과 어스앵커 1단 시공을 제시하였고, 종점부 가시설도 시공의 연속성과 공사중 간섭 최소화를 위한 계획을 수립 및 제시하였다. <p>○ 현대산업개발 콘소시움</p> <p>1. 토공 설계(길내기, 배수, 사면, 본선 부속 등)의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 토공설계 방향은 토공구간 열차주행 중 장기안정성 및 노반강성 확보를 위한 토공 설계기준을 정립하고, 매립층 각기 비탈면의 한계평형해석 및 강도감소법을 이용하여 기울기 결정 및 비탈면 안정성을 제안하였다. • 토공중점사항은 동결심도를 고려하여 노반두께를 상향조정 한 동상방지용 노반설계, 접속부 열차운행중 부등침하를 방지하기 위하여 시멘트 처리된 보조도상으로 구조물(U-type) 접속부 처리, 비탈면 얇은파괴방지 및 배수원활목적으로 노반전단면포장하여 우수침투 배제 안을 제안하였다. • 본선부속 설계는 철도노반 보호와 관계기관의견을 반영하여 토공 전구간 능형망 올타리, 소방대분소 주변 공사현장에 영구 및 공사용 보안올타리 등을 제안하였다. <p>2. 구조물 기초 공법 선정 및 공법 선정의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 구간①: 인천국제공항역 접속구간은 강관말뚝과 연계성 및 협

평가항목	항목별 평가사유
	<p>소한 작업공간을 고려하여 마이크로파일을, 비개착 박스구간은 고압분사그라우팅공법을 제안하였다. 구간②: 개착박스구간(개량률=16~40%)과 U-TYPE 구간(개량률=16%)은 경제성이 높은 고압분사그라우팅공법을 제안하였다. 구간③: 제2여객터미널역 구조물 간섭구간의 구조물 기초보강공법은 기설치된 개량체보다 큰 강성인 PHC말뚝을 적용하였다.</p> <p>• 상기 구간에서 지반보강 전(前)에 이론적인 직접기초의 지지력과 침하 공식을 사용하여 검토한 결과, 불안정한 부분이 나타났다. 이 구간에 대해 고압분사공법인 SIG(super inhection groution) 방법을 제시하였다. 이 개량체의 지름은 1.2m로, 각 구조물별로 개량률을 제시하였다. 타 콘소시움과 달리 설계도면에 공법선정과 이에 준하는 개량체의 재원을 제시한 것은 아주 좋았다. 하지만 아쉬운 점은 이에 대한 근거 식이 제출한 보고서에서 찾을 수가 없었다(구조 및 각종 계산서, p.114~p.125).</p> <p>• 소방대분소의 개착박스구간과 인접한 U-TYPE 지반보강은 부등침하를 최소화하기 위하여 동일한 고압분사그라우팅공법(SIG공법, 개량률 16%)으로 지반개량방법을 제시하였다. 토공부와 인접한 U-TYPE 구조물에는 어프로치슬래브를 설치하여 부등침하를 억제하도록 노력하였다. 그리고 PHC말뚝의 인접한 고압분사그라우팅 개량률을 31%에서 35%로 상향조정하여 강성변화구간의 기초방법을 제안하였다.</p> <p>• 차량기지 입출고선 근접시공을 위하여 Pile Slab공법을 제시하였다. 적용구간은 연약지반 2~8.6m 분포하고, 자갈과 전석 매립층으로 되어 있다. 무처리시 침하량이 과대하게 산정되어 이 매립층을 관입하면서 보강효과가 있는 PHC말뚝을 이용한 매입말뚝(SDA)공법을 제안하였다. 그리고 정거장 전후 박스 기초도 PHC말뚝을 적용하였다.</p> <p>• PHC말뚝의 두부보강을 제시하였지만, 힌지결합을 제시한 것이 아쉽다.</p> <p>3. 기초지반(연약지반 등) 처리공법 선정의 적정성</p> <p>• 연약지반의 기준은 표준관입시험에서 구한 $N치 \leq 5$로 산정하</p>

평가항목	항목별 평가사유
	<p>였고, 3개 구간으로 제시하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 차량기지 입출고선 상부에 분포하는 N치=20 내외의 매립층(1~7m)에 대한 관입성을 고려한 설계 필요성과 전형적인 서해안 실트질 점토에 대한 장기압밀특성을 고려한 경제적인 개량공법을 선정할 필요성을 제안하였다. • 해석결과에 의하면, 연약지반의 기준에 따라 심도가 얕은 0~2m(1구간)는 무처리, 2~13m(2구간)는 프리로딩과 GCP+프리로딩 공법, 2~9m(3구간)은 Pile Slab공법을 제시하였다. 여기서 GCP를 적용한 것은 장기압밀특성과 매립층의 관입성을 고려한 이유라고 제시하고 있다. 또한 연약지반의 시공장비 주행성도 제시하였다. <p>4. 비탈면 보호공 설계의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 비탈면은 토공 쌓기구간(본선 L=272m, 차량입출고선 L=1,272m)과 깎기 구간(본선 L=726m, 차량입출고선 L=944m)이 있다. • 비탈면 깎기와 쌓기 안정성 검토는 강우에 의한 지표면 포화시 비탈면 안정성 해석과 지표면 최대가속도를 고려한 지진시 비탈면 한계평형해석을 수행하였다. 이때 적용한 기준은 '건설공사 비탈면 설계기준(2011)'의 허용안전율을 적용하였다. • 쌓기 및 깎기 비탈면 안정성 검토 결과, 땅깎기 표준기울기 1:1.3(5m미만), 1:2.5(5m이상)와 흙쌓기 표준기울기 1:1.5(5m미만), 1:1.8(5~10m) 적용시 건기(한계평형법), 우기(한계평형법, 강도감소법)에 모두 안전하다고 제시하였다. • 비탈면 보호공법은 비탈면 조기 녹화를 위해 종자 살포후 거적덮기방법(씨앗+접착제+침식방지제 등 고압펌프로 살포후 거적덮기)을 제안하였다. • 우수에 의한 침식 및 토사 유출방지와 지하수위 증가에 의한 간극수압 증가를 방지하기 위하여 비탈면 배수공 단면을 자세히 제안하였다. 또한 노반전단면에 비탈면 보호 콘크리트 설치와 원활한 배수계획을 제안하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>5. 가시설, 부대시설 및 안전시설 설계의 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연약지반 구간에 시공되는 가시설 구조물의 안정성을 확보하기 위하여 5구간으로 제시하였고, 적용한 흙막이 공법은 H-pile과 시트파일을 제시하였다. • 흙막이 공법 선정시, 버팀보 형식은 고강도 원형강관, H형강, 사각강관 중에 좌굴에 대한 안정성 및 보강재 축소로 시공성이 우수한 고강도 원형강관을 적용하였다. 차수그라우팅 선정은 혼합교반공법, 약액주입공법, 고압분사주입공법 중에 점토지반 그라우팅으로 인한 할렬파괴 우려가 없으며 차수성 및 경제성이 우수한 혼합교반공법을 제시하였다. • 가시설 시공성과 안정성은 굴착후 발생하는 횡방향변위이다. 이를 보상 및 변위제어를 위하여 유압잭을 적용하였고, 협소한 장소에서 작업성을 확보하기 위하여 고강도 원형강관을 적용하여 보강재를 축소하였다. 그리고 시공중 발생하는 변위를 조절하기 위하여 계측관리(지하수위계, 지중경사계, 버팀보응력계 및 축력계 설치)를 제시하였고, 위험수준에 따른 단계별 대응방안을 수립하여 제시하였다. 마지막으로 계측결과를 통해 위험도평가 및 관리기준을 재산정하여 제시하였다. • 모든 가시설 구조물의 안정성 검토결과, 벽체, 띠장, 버팀보 등에 대하여 안정성을 제시하였다. • 공항 및 소방대분소 특성을 고려하여 비상시 차량이동에 지장이 없도록 우회도로 및 울타리 설치계획을 수립하여 제시하였다. • 굴착으로 인한 소방대분소 인접한 지열시스템의 안정성 검토와 기존구조물 철거 및 시공에 따른 인접교각의 안정성 검토, 그리고 파이핑과 침투유량을 검토하여 굴착저면의 안정성 평가와 지하수 흐름 분석을 제시하였다. <p>4. 평가의견</p> <ul style="list-style-type: none"> • 현대건설 콘소시움의 토공설계는 길내기 단계별 시공계획(남측도로), 배수설계, 사면설계에 대해 제안하였다. 현대산업개발 콘소

평가항목	항목별 평가사유
	<p>시움은 동상방지용 노반설계, U-type 접속부처리, 토공 상부노반 우수침투 배제처리, 소방대분소 주변 보안울타리 등을 제안하였다. 대림산업 콘소시움은 표준횡단면도, 토공 상부노반 우수침투배제, 토공구간 계측관리, 사토처리방안, 길내기, 노선대 주변 배수시설에 대해서 개선안을 잘 제시하였다.</p> <p>• 현대건설 콘소시움은 지반의 종류와 구간에 따라 고압분사공법, 쇄석치환, PHC말뚝과 강관말뚝을 이용한 매입말뚝(SDA)을 지반보강공법으로 적용하였다. 현대산업개발 콘소시움은 마이크로파일, 고압분사그라우팅공법(SIG방법), PHC말뚝을 이용한 매입말뚝(SDA)을 지반보강공법으로 제안하였다. 그리고 대림산업 콘소시움은 고압분사공법을 제안하였다. 그리고 현대산업개발 콘소시움은 토공부와 인접한 U-TYPE 구조물에 어프로치슬래브를 설치하여 부등침하를 억제하도록 노력한 제안이 좋다. 각 콘소시움에서 제시한 구조물기초 지반보강공법은 적당한 수준으로 볼 수 있다.</p> <p>여기서 각 공법에 대한 개선 의견을 몇자 적고자 합니다. ①고압분사공법은 점토층내에 상대적으로 매우 강한 시멘트밀크 개량체 거동을 만드는 방법이다. 적용한 고압분사공법의 종류와 제시한 개량체의 확산범위를 만드는 시공방법, 개량체의 지름확인방법과 물/시멘트비의 품질관리방법, 설계시 사용한 개량체의 설계기준강도와 푸팅별 개량률, 협소한 공간에서 시공시 배토되는 슬라임 처리 방법과 시공장비 배치(도) 등이 설계도서에서 제시되지 않았다. 그리고 가장 중요한 것은 이론적인 설계식이다. 개량률과 구조물의 안정성 검토할 때 설계식을 복합지반개념식으로 적용하였는데, 본 현장조건은 말뚝거동을 한다. 다시 표현하면, 약한 매질에 강한 매질이 형성된 시멘트밀크 개량체는 상부하중에 의해 무근콘크리트말뚝으로 거동하며 이에 관련된 식을 적용하여야 한다. 또한 ②근접시공시 말뚝 적용은 PRD공법을 사용하여야 하는데 SDA공법을 사용한 점과 천공된 틈에 시멘트밀크 충전 관리기준이 배제된 점이 아쉽다. ③마이크로파일도 그물망식 뿌리말뚝(RRP)으로 보강패턴을 정했으면 협소한 장소의 시공성과 지지메커니즘이 더 향상 된다. ④ PHC말뚝과 강관말뚝의 두부보강은 수평변위를 억제하고 내진안저</p>

평가항목	항목별 평가사유
	<p>어성을 향상시키기 위해 도로교설계기준에 제시된 강결합 방법을 적용하여야 한다. 향후 실시설계 때, 추가비용이 발생하더라도 튼튼한 구조물 기초지반 보강이 되도록 재검토하길 기원한다.</p> <p>따라서 기초지반 처리공법 선정의 적정성은 모든 콘소시움이 비슷한 공법과 방법을 적용하였다. 특히, PHC말뚝두부보강제시, 고압분사공법의 선정 및 개량체 채원 명시 등의 관점에서 현대산업개발, 현대건설, 대림산업 콘소시움 순으로 잘 제안되었다.</p> <p>• 현대건설 콘소시움은 연약지반 심도가 0.35m 이하 일 때는 치환공법으로, 13.48m 이하 일 때는 장기압밀을 고려한 PBD+프리로딩공법을 제시하였다. 현대산업개발 콘소시움은 0~2m(1구간) 일 때는 무처리, 2~13m(2구간)는 프리로딩과 GCP+프리로딩 공법, 2~9m(3구간)는 Pile Slab 공법을 제시하였다. 그리고 대림산업 콘소시움은 심도가 3.6m를 기준으로, 이 심도 미만인 경우에는 치환공법으로, 그 이상 일 때는 PBD+프리로딩공법을 적용하였다.</p> <p>제안한 모든 공법의 침하량은 모두 허용침하량 이내로 만족하였다. 그리고 입출고선 구간의 근접시공시, 현대건설 콘소시움은 Pile Slab와 프리로딩 공법을 제안하였지만 연약지반에 프리로딩공법으로 인한 기존 공항철도 구조물에 영향을 미칠 수도 있다. 현대산업개발 콘소시움은 Pile Slab공법을 적용하여 인접구조물의 영향을 완전히 배제하였다. 그리고 대림산업 콘소시움은 고압분사공법의 절삭압이 400kgf/cm² 이상, 절삭반경이 60cm로 지반교란으로 인접구조물에 영향을 충분히 미치는 공법이고 선천공시 자갈과 전석으로 이루어진 매립층을 관입하는데 매우 어려워 시공성이 떨어질 수가 있다. 따라서 연약지반 처리공법 선정의 적정성은 인접구조물에 영향성을 고려하여 현대산업개발, 현대건설, 대림산업 콘소시움 순이다.</p> <p>• 토공 쌓기 및 깎기 비탈면의 구배와 안정성은 동일한 해석방법으로 거의 일치된 결과를 보였다. 그리고 일반 유통토를 사용한 비탈면 보호공은 일반적으로 경제적이면서 세굴방지 목적으로 거적덮기+씨드스프레이공법을 널리 사용하고 있으며, 모든 콘소시움이 동일하게 적용하였다.</p>

평가항목	항목별 평가사유
	<p>특이할 점은, 현대건설 콘소시움에서 생태호안블럭, 임시비탈면 보호를 위해 비탈면 방수천막과 임시배수로를 제안하였다. 하지만 쌓기부 비탈면에 제안한 다짐롤러 장비를 이용하는 것은 비현실적인 제안이다. 현대산업개발 콘소시움은 다른 콘소시움 해석에 지표면 최대가속도를 고려한 지진시 비탈면 한계평형해석을 수행하였고, 자세한 비탈면 배수공 단면과 노반전단면에 비탈면 보호 콘크리트와 원활한 배수계획을 제안하였다. 대림산업 콘소시움에서 비탈면 표면유실방지 및 변형억제로 충두께 관리재(간격 30cm, B=2m)를 제안하였다. 따라서 비탈면면 보호공은 대동소이 하기 때문에 보다 나은 비탈면 해석 실시와 비탈면 배수시설(물)을 제안한 콘소시움은 현대산업개발, 현대건설, 대림산업 순이다.</p> <p>• 인접구조물의 형태와 굴착심도에 따라 다르겠지만, 가시설구조물의 안정성은 횡방향 변위 억제를 위한 선행하중 유압잭, 어스앵커 등의 조합하여 사용이 중요하다. 그리고 시공장비의 활동을 충분히 보장하기 위하여 버팀보 간격이 넓은 것이 좋다. 또한 시공중의 안정성을 확보하기 위하여 계측관리도 매우 중요하다. 따라서 이 조건을 만족하는 콘소시움은 현대산업개발, 현대건설=대림산업 순이다.</p> <p>상기 내용을 종합하면, 토공설계는 모두 잘 제안하였고, 기초지반 처리공법 선정의 적정성은 현대산업개발-현대건설-대림산업 콘소시움 순으로, 연약지반 처리공법 선정의 적정성은 인접구조물의 영향성을 보다 낮게 고려한 현대산업개발-현대건설-대림산업 콘소시움 순으로, 비탈면면 보호공은 동일하게 적용하였으나 보다 나은 비탈면 해석 실시와 비탈면 배수시설(물)을 제안한 콘소시움은 현대산업개발-현대건설-대림산업 순으로, 가시설 등의 안정성은 횡방향 변위 억제용 선행하중 유압잭을 사용한 콘소시움은 현대산업개발, 현대건설=대림산업 순이었다.</p> <p>따라서 이 항목은 현대산업개발-현대건설-대림산업 콘소시움 순으로 결정된다. ///</p>

평가항목	항목별 평가사유
<p>○ 경제적인 시설계획 수립 여부 (3점)</p>	<p>○ 대림산업 콘소시움</p> <p>1. 경제성 분석(VE/LCC 등)을 통한 구조물 기초 및 비탈면 보강공법 수립 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지지력 및 침하에 대한 보강효과가 우수하고 개량심도가 깊은 고압분사주입공법을 구조물 하부기초 지반보강에 적용하여 성능 21.7% 향상되고, 비용 12.5% 절감, 가치는 8.2% 향상 안을 제시하였다. • 연약층 개량효과가 확실하며 공기단축이 가능한 치환공법 및 PBD+프리로딩공법을 쌓기 노반하부 연약지반처리 방안을 제시하여 성능 58% 향상, 비용 32.5% 절감, 가치는 22.6% 향상 안을 제시하였다. • 압밀지연의 우려가 없으며 배수기능이 우수한 쇄석 Mat 공법을 선정하여 성능 10.2% 향상되고, 비용 0%, 가치는 10.2% 향상 안을 제시하였다. <p>2. 유지관리비 절감을 위한 효율적 시설물 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 노선단축 및 곡선반경 확대, 개착박스 및 쉘드터널에 비배수공법 적용, 전(全)구간 콘크리트 도상 적용, 입출고선 토공노반계획, 노반강성확보, 토공접속부 계측관리, 운영중 상시 모니터링, 모바일 유지관리 시스템 구축, 쉘드터널 계측을 통한 효율적인 시설물을 제안하였다. • 쉘드터널의 주요 하자 발생부분에 대한 보강대책으로 방청제, 표면코팅제도포, 내화코팅제도포, 내화물탈뿔칠을 제안하였다. • 구조물 공용수명을 확보하기 위한 대책으로 차수콘크리트 보강 및 자착식아스팔트쉬트를 사용하여 개착 접속부 방수대책을 수립하였고, 세그먼트 관리번호를 부여하여 효율적인 세그먼트 관리안을 제시하였다. <p>3. 터널 발생토(버력)에 대한 처리계획 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 세그먼트 조립시간 내 버력 반출이 가능한 작업구 2개소 운용 및 작업구내 토사피트를 이용한 버력반출을 계획안을 제시하였다. 또한 호퍼+덤프트트럭으로 반출토사를 이동하고 유용성 시험후

평가항목	항목별 평가사유
	<p>사토처리를 계획하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 터널통과, 본선, 차량기지 입출고선에서 발생하는 연약지반 예상 사토량은 604,133m³이며, 제3활주로 북측지역의 매립토로 활용하여, 이동거리를 7.0km 이내로 최소화 하고, 환경피해를 예방하는 안을 제시하였다. • 시공시 발생하는 연약지반 토사를 인천공항공사에서 제시한 제3활주로 북측지역에 전량 매립토로 활용하여 장래 장기주차장, 부대건설, 조경시설 설치 등이 가능하도록 제안하였다. <p>○ 현대건설 콘소시움</p> <p>1. 경제성 분석(VE/LCC 등)을 통한 구조물 기초 및 비탈면 보강공법 수립 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> • 본선박스, 본선U-TYPE을 치환으로 제시하였는데 고압분사 대비 기능은 8% 향상, LCC는 66.8% 절감, 가치는 224.9% 향상 안을 제시하였다. • 기존박스과 U-TYPE 근접구간의 연약지반처리를 말뚝공법으로 제시하였는데, 이는 고압분사+지반주입 대비 기능은 13.2% 향상 되고, LCC는 4.8% 절감, 그리고 가치는 18.8% 향상 안을 제시하였다. <p>2. 유지관리비 절감을 위한 효율적 시설물 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연약지반 침하 자동화 계측시스템으로 유지관리 효율화, 구조물 접속부 설계 개선을 통한 유지관리 손상 예방안, 향후 시설물의 침하예방을 위한 설계 반영, 그리고 비탈면 유지관리 효율안을 제안하였다. • 쉘드터널의 주요 하자 발생부분에 대한 보강대책으로 고로슬래그 사용을 제안하였다. • 구조물 공용수명을 확보하기 위한 대책으로 ECB쉬트, 벤토나이트쉬트를 사용하여 개착 접속부 방수대책을 수립하였다. <p>3. 터널 발생토(버력)에 대한 처리계획 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 버력갱내 운반을 계획하고, 경사로를 이용한 신속한 근거리

평가항목	항목별 평가사유
	<p>사토처리(사토량 174,000m³)안과 개착박스 시공중 발생하는 양질의 매립층을 성토재로 유용하는 안을 제안하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지층과 지반공학적 특성 분석에 따른 사용성 검토를 통하여 매립층은 유용토로 사용하고 연약지반 88만m³은 사토처리 계획안을 제시하였다. • 인천공항공사와 협의를 통하여 인천공항 제3단계 사업에서 선정한 공유수면 매립 예정지를 사토장으로 제시하였다. • 사토장 평균운반 거리는 종점측 사토장 3.7km를 제시하였다. • 연약지반과 양질토의 혼합(3:7)을 통한 성토재 활용 가능성을 분석하여 사용 가능성을 제시하였다. <p>○ 현대산업개발 콘소시움</p> <p>1. 경제성 분석(VE/LCC 등)을 통한 구조물 기초 및 비탈면 보강공법 수립 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> • 활주로의 운항 안정성을 확보를 위하여 PBD 저축을 배제하고 활주로의 장기 부등침하 가능성을 방지함으로써 안정성 및 시공성, 현장적용성이 우수한 쉘드터널 종단계획을 제안하였다. 터널 입구는 제4활주로에서 607m 앞에 개착식 박스구조물을 설치하였고, 종단구배는 -20%에서 -18%로 제안하였다. 단선병렬쉘드터널은 제3활주로 하부에서 제3, 4활주로 하부로 통과하는 안을 제안하였다(성능 9% 향상, 비용 30% 절감, 가치 29% 향상). • 교각하중 적용구간의 안정성/시공성이 우수한 PHC말뚝을(성능 24% 향상, 비용 28% 증가, 가치 3% 향상), 개착식 박스구간은 고압분사주입공법을 적용하였다(성능 15% 향상, 비용 0%, 가치 8% 향상). 또한 공항철도 근접시공구간은 시공성, 안정성, 환경성이 우수한 Pile slab공법을 제안하였다(성능 20% 향상, 비용 13% 증가, 가치 10% 향상). • U-Type 시공은 Land Side 매립부지가 넓고, 굴착심도가 3.0~9.0m로 낮아 Open Cut공법을 적용하였다. • 비탈면보호공은 조기발아, 재료구입 및 시공성이 우수한 환경친화적 Seed spray+거적덮기 공법을 적용하였다.

평가항목	항목별 평가사유
	<p>2. 유지관리비 절감을 위한 효율적 시설물 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 방청효과 증진을 위해 고로슬래그 세그먼트 사용, 피복층대로 내화성능확보, 열차진동에 의한 볼트풀림방지, 횡갱 접속부 누수방지 대책, 개착접속부 방수대책 수립하였다. • 구조물 공용수명을 확보하기 위한 대책으로 수평창지수재 3열 배치, 동판, 코킹방수를 사용하여 개착 접속부 방수대책을 수립하였고, 세그먼트 관리번호를 부여하여 효율적인 세그먼트 관리안을 제시하였다. <p>3. 터널 발생토(버럭)에 대한 처리계획 적정성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 영종도, 용유도 사이를 매립한 지역으로 주로 매립토, 점성토, 모래층으로 구성되어 있으며, 연약 점성토는 No.200체 통과량이 90% 이상으로 전량 사토하는 것으로 제시하였다. • 유용 가능한 매립층의 발생토를 최대한 유용하여 순성토 및 사토량을 최소화하는 토공계획안을 제시하였다. 발생토는 135만(m^3), 되메우기토 64만(m^3), 유용토 39만(m^3), 순성토 25만(m^3), 사토처리 96만(m^3) 이었다. • 전체 사토량은 96만m^3(연약지반 76만m^3, 매립토 20만m^3)이며, 인천공항공사와 협의한 결과, 사토장은 이동거리를 고려하여 추가 매립부지인 2개소 즉, 남측사토장(27만m^3)과 북측사토장(69만m^3)에 전량 사토 처리하는 계획을 제시하였다. • 사토장 평균운반 거리는 남측사토장 2.2km, 북측사토장 5.5km를 제시하였다. <p>5. 평가의견</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모든 콘소시움은 공법비교 대상을 제한적으로 수행하여, 경제성 분석(VE/LCC)을 통한 구조물 기초 및 비탈면 보강공법의 적정성을 판가름하기 어렵다. 하지만 현대산업개발 콘소시움이 타 콘소시움보다 검토를 충분히 하였다. • 현대산업개발과 대림산업 콘소시움은 쉼터터널의 주요 하자

평가항목	항목별 평가사유
	<p>발생부분에 대한 보강대책, 구조물 공용수명을 확보하기 위한 대책, 그리고 세그먼트의 효율적 관리방안이 현대건설 콘소시움보다 잘 제시되었다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 각 콘소시움별 터널 및 연약지반의 사토처리 계획은 적절하게 수립하였고, 사토처리 거리가 가장 짧은 콘소시움은 현대산업개발이었다. • 시공시 발생하는 연약지반 토사를 매립토로 활용하고, 매립토의 장래 활용계획은 대림산업 콘소시움이 잘 제안되었다. • 향후 계획으로, 제2여객터미널(지하3층, 지상6층) 복합환승센터 건설사업 인터페이스를 가장 잘 고려한 콘소시움은 현대산업개발(EL-15.9m, 3.65m 상향), 현대건설(EL-16.9m, 2.85m 상향), 대림산업(EL-18.9m, 0.65m 상향) 순이었다. <p>따라서 이 항의 각 콘소시움 설계보고서 내용은 대동소이 하였다. 하지만 쉼터터널의 주요 하자 발생부분에 대한 보강대책, 구조물 공용수명을 확보하기 위한 대책, 세그먼트의 효율적 관리방안검토, 사토처리 거리, 그리고 매립토 장래활용계획 등이 잘 제안된 콘소시움은 현대산업개발-대림산업-현대건설 순이다. ///</p>

※ 평가사유서는 평가항목별로 입찰업체간 상대적 비교가 가능하도록 설계내용의 장·단점을 상호 비교하여 객관적으로 작성

한국철도시설공단 설계자문위원회운영지침 제32조 제2호의 규정에 의하여 위와 같이 평가사유서를 제출합니다.

2012년 11월 23일

심의위원 : 박 영 호 (서명)
 455호

한국철도시설공단 설계심의위원회 위원장 귀하