

정책과 기술 02

수도권 제2순환 고속도로의 중심축! 화성~광주 고속도로를 개통하며

박한철 상무, 하관수 팀장 | 금호건설(주)

조영제 부분장, 김형대 상무, 정경영 상무, 금창수 이사, 이도욱 이사 | (주)유신

1. 머리말

1990년대 초 서울인근 대도시의 급격한 인구증가와 교통량 집중으로 인한 교통문제 해결을 위해 제1순환고속도로(당시 서울외곽고속도로)건설이 추진되었다. 이후에도 지속적인 수도권 개발계획으로 인해 도시화 및 산업화가 가속되고, 인구가 집중되면서 여전히 수도권의 교통문제가 해결되지 못하고 있는 실정이다. 이러한 수도권의 교통지·정체 및 지역 간 불균형 해소를 위해 수도권 제1순환고속도로 외곽에 약 260km를 원형모양으로 순환하는 수도권제2순환고속도로 건설이 가속화되고 있었다. 전체 14개 사업구간 가운데 이번에 개통된 화성~광주 구간을 시작으로 남양주 화도~양평, 안산~인천(시화MTV구간) 등 2개 구간 추가로 개통 예정이다.

화성~광주고속도로는 제2차 국가도로망 기본계획(2021~2030)인 남북10축·동서10축·6개 방

사형 순환망(10×10×+6R2)의 주요 순환축인 수도권제2순환고속도로의 남동부 단절구간을 연결하는 노선으로 이번 개통으로 경기 남동부 지역의 교통환경이 크게 개선되고, 수도권제2순환고속도로 전체 개통에도 한 걸음 다가가게 되었다.

〈그림 1〉 수도권 제2순환망



2. 사업현황 및 추진경위

수도권 제2순환망 중 경부고속도로(동탄분기점)에서 중부고속도로(진우분기점)구간을 연결하는 화성~광주고속도로는 총연장 L=31.2km, 사업비 1조4,957억 원이 투입된 왕복4차로의 민자고속도로이다.

주요 사업내용은 〈표 1〉과 같으며, 수도권제2외곽순환고속도로 남동부지역 이용자 접근성을 향상시키고자 총 4개의 나들목과 경부·영동·서울세종·중부고속도로와 연결하는 3개의 분기점을 설치하였다. 본 고속도로는 화성시와 광주시를 최단거리로 연결하여 기존도로 이용대비 약 32분 단축되는 등 수도권 남동부지역의 교통여건 향상에 기여할 것으로 기대된다. 또한 경부고속도로를 이용하는 교통수요를 흡수하여 기흥나들목~신갈분기점까지의 지·정체도 완화 할 수 있을 것으로 보인다.

〈그림 2〉 위치도



〈표 1〉 사업개요

사업명	화성~광주 간 고속도로 민간투자사업
사업방식	• BTO(Build - Transfer - Operate)
공사기간	• 공사착수일로부터 60개월 (운영기간: 개통후 30년)
시설현황	• 연장 및 차로수 : 31.2km(4차로) • 유출입시설 : 8개소 (나들목 4개소, 분기점 4개소) • 구조물 현황 : 교량 36개소/4,036.7m, 터널 13개소/8,280.4m, 지하차도 3개소/293.3m • 영업소 : 7개소 (본선 2개소, 분기점 1개소, 나들목 4개소) • 졸음쉼터 : 1개소(양방향)
사업추진경위	• 2006년 12월 26일 : 사업제안서 제출 • 2012년 7월 12일 : 제3자 제안공고 • 2012년 12월 26일 : 우선협상대상자 지정 • 2015년 5월 8일 : 실시협약 체결 • 2016년 12월 27일 : 실시계획 승인 고시 • 2017년 3월 : 착공 • 2022년 3월 20일 개통

〈그림 3〉 전체 노선도



3. 민자고속도로의 새로운 설계 패러다임

3.1 무정차 통행료 시스템 구축(One-Tolling)

원톨링시스템이란 차량번호 영상인식 기술을 통해 기존 고속도로와 민자고속도로의 통행료를 한번에 지불하는 시스템을 말한다.

본 사업에서도 경부고속도로, 영동고속도로, 중부고속도로 3곳의 고속도로 접속부에 원톨링시스템을 적용함으로써 중간정차 없이 최종 출구에서 일괄 정산하도록 계획하여 이용자의 편의을 도모하

〈그림 4〉원톨링 설치 전경



는 한편 향후 스마트톨링 전면시행에 기반을 마련하였다.

경부, 중부고속도로와 연계되는 중리, 노곡영업소는 다차로하이패스와 현장수납(TCS)차로를 설치하여 고장으로 인한 통행료 누수가 없도록 최소화하였으며 중리영업소는 인근 동탄영업소 관리동에서 통합관리 하도록 계획하였다. 또한 영동고속도로와 연계되는 서용인 영업소는 서용인분기점 연결로 진출입부 2개소에 단차로 하이패스를 설치하여 무인 운영하도록 계획하였다.

3.2 동탄2신도시를 경유하는 노선계획

사업노선의 시점부 동탄분기점에서부터 4.5km 구간을 동탄2신도시 택지지구 내부를 경유하도록 계획하였다. 동탄2신도시 개발사업에서 단지내 고속도로 통과구간을 도로구역으로 토지이용계획을 선수립하여 택지개발을 진행하였다.

동탄2신도시 택지지구 통과구간 방음시설에 대해서는 개발사업자 수차례 협의를 통해 비용을 분담함으로써 국가 예산 156억 원을 절감하는 성과를 도출하였다.

3.2.1 경부고속도로 접속을 위한 동탄분기점 계획

사업노선 시점부에는 경기고속도로와 경부고속도로가 접속하는 동탄분기점을 설치하였다.

기존 동탄분기점의 변형클로버 형식에 추가 연결로를 설치하여 기존 형식을 준용하였다.

경기고속도로 접속구간은 동탄영업소의 안전한 유출을 위하여 충분한 변이구간과 교통안전시설 등을 설치하여 안전성을 확보하였으며, 경기고속도로 봉담방향 접속부는 안전한 진입을 위해 확장계획을 수립하였다.

또한 경부고속도로 접속부는 드론으로 접속부의 교통상황을 촬영하여 피크시 교통상황에 적합한 차로운영계획을 반영하는 등 한국도로공사와의 충분한 연결협의를 통해 합리적이고 안전하게 연결하였다.

〈그림 5〉동탄분기점 전경



3.2.2 동탄2신도시 방음터널 계획

동탄2신도시를 통과하는 4.5km구간의 택지지구에 대해 3D 소음분석을 실시하여 환경영향평가 소음 기준에 부합되는 최적의 방음시설을 설치하여 민원 발생을 최소화하였다.

〈표 2〉동탄2신도시 방음시설 현황

방음터널	2개소 / 1,413m
반방음터널	37개소 / 985m
방음벽	H=6~8m / 681m(본선)

〈그림 6〉동탄2신도시 방음터널 전경



3.3 산악지형에 특화된 동탄IC 계획

동탄2신도시의 접근성을 확보하기 위한 동탄IC는 국지도84호선, 국지도 23호선과 연계되도록 계획하였다.

접속도로는 제3차 제안 당시 국지도23호선의 중리IC와 통합하는 것으로 계획하였으나 관계기관 협의를 통해 국지도84호선에 접속하는 것으로 변경하였다.

동탄IC가 설치되는 무봉산 구간은 급격한 사면 경사를 보이는 산악지 구간이며 우측에는 중리마을이 있어 IC 설치에 지형적으로 열악한 구간이다.

이러한 여러 가지 제약조건을 고려하여 IC 형식은 변형직결형으로 하고 산지부 연결로 구간은 일부 터널로 계획함으로써 대절취부로 인한 환경훼손을 최소화하였다. 민간의 창의적인 아이디어로 특화된 IC형식을 도출하여 산악지구간의 열악한 지형조건에서 IC 설치를 가능하게 하였다.

영업소는 본선 봉담방향의 중리 영업소와 동탄IC 영업소를 통합 운영하도록 계획하였다.

〈그림 7〉동탄IC 전경



3.4 기능 통합형 포곡IC 계획

시도12호선과 접속되는 포곡IC의 경우 본선 접속부는 트럼펫형식, 시도12호선 접속부는 평면교차로 형식을 적용하였다. 또한 시도12호선 접속부의 연결로 유희부지에 포곡IC와 유지관리사무소를 통합 설치하여 토지이용효율성을 극대화하였다.

본선 접속부는 곡선반경 900m 구간으로 주행안정성을 위해 확폭 하였으며, IC 시점부는 영문리 전원주택이 근접하여 유출 연결로 계획시 전원주택과 최대한 이격하여 설치되도록 계획하였다.

유지관리사무소는 회차로를 설치하여 유지관리 차량의 원활한 이동 및 회차가 가능하도록 하였으며 유지관리 및 법인사무실의 안전한 진출입을 위한 가·감속차로 등 안전대책을 수립하였다.

〈그림 8〉포곡IC 및 포곡유지관리사무소 전경



3.5 친환경 근접터널 공법을 적용한 태화2터널

태화2터널은 종점과 간섭되는 국지도98호선 이설 완료 후에 터널 굴착 착수가 가능하여 터널 공정 관리에 어려움이 있었다.

실시설계 과정에서 원설계의 2-Arch터널은 파일럿 터널과 메인터널의 2단계 굴착과 콘크리트 필라부(중앙벽체)설치로 병설터널에 비해 공사기간이 과다 소요되며 중앙벽체 누수문제 등 장기적인 유지관리 측면에서 불리한 것으로 검토되어, 공정 관리 및 시공성, 안전성, 유지관리 측면에서 유리한 근접병설터널 형식으로 변경 적용하였다.

〈표 3〉 태화2터널 개요

구분	당초	변경
	2-Arch (L=300m)	근접병설터널 (L=300m)
개요도		
공법개요	중앙파일럿 터널 굴착후 벽체, 본선터널 굴착	필라 지지체를 사이에 두고 두 터널 분리굴착
공사기간	14.8개월	5.3개월 (9.5개월 단축)
안전성	중앙기둥 하중 집중 지진에 불리	분리된 소단면으로 안전 독립거동으로 지진 시 유리
내구성	동결 등 누수 발생	동결 등 누수 없음

〈그림 9〉 태화2터널 근접병설터널 공법



3.6 지역경관을 고려한 친환경 교량계획

동탄2신도시, 하천(신리천, 경안천), 산지 및 공장 밀집지역 통과 등의 주변여건을 고려하여 환경친화적이며 민원 발생을 최소화하는 최적의 교량계획을 수립하였다.

3.6.1 신리천교

동탄2신도시 주거지역과 신리천을 횡단하는 신리천교는 신리천의 하천경관과 동탄2신도시의 소음진동 민원 등을 고려하여 개량형 PSC 거더교에 방음터널을 설치하였다.

〈그림 10〉 신리천교 : 개량형 PSC 거더교



3.6.2 서용인JCT교

영동고속도로를 횡단하는 서용인JCT교는 IPC Girder교 형식을 적용하였으며 공사 시 영동고속도로 차량 운행에 지장이 없도록 교량 가설공법은 빔런칭 공법으로 시공하였다.

〈그림 11〉 서용인JCT : IPC Girder교



3.6.3 경안천교

수변구역으로 지정된 경안천을 횡단하는 경안천교는 하부에 국도45호선, 용인경전철, 포곡로 등을 횡단함에 따라 최대 경간장 70m를 확보할 수 있는 Dr Girder+Dr Spliced Girder 형식을 적용하였다.

4. 지역민원해소를 위한 노력

4.1 주요민원현황

화성~광주고속도로는 화성시, 용인시, 광주시를 경유하는 노선으로 관계기관과 주민설명회 등을 통해 주민의견 수렴에 노력하였다.

화성시 구간은 동탄2신도시와 중리마을 통과구간에 소음환경 및 노선이격 민원이 있었다. 용인시는 화운사, 에스피아 등 주로 주거지 근접에 따른 환경 민원이 있었고, 특히 포곡 농경지 통과구간은 주민 조망권 등의 피해를 호소하며 교량화를 요구하였다. 광주시는 수도사, 해룡사, 율계전원마을 등 노선 우회 및 이격을 요구하는 민원이 있었다.

이에 따라 설계 시 소음저감시설, 복개구조물, 노

선이격, 추가 교량화 등 철저한 민원 대응방안을 수립하여 원활한 사업 추진이 되도록 노력하였다.

4.2 친환경 복개박스 및 생태터널 설치

노선이 화운사와 용인시민체육공원 경계부를 통과(화운사 196.4m 이격)함에 따라 차폐 및 소음저감대책으로 복개박스(195m)를 설치하고 상부는 조경식재를 계획하여 소음 및 경관 피해를 최소화하였다.

서용인JCT 강릉방향 출구부는 우측에 전원주택(에스피아)이 근접 통과함에 따라 소음환경 민원대책으로 생태터널 및 상부 공원화 계획 등 편의시설을 제공하여 주민피해를 최소화하였다.

〈그림 12〉 화운사 지하차도 전경



〈표 4〉 주요민원현황

구분	주요내용
화성시	• 중리마을 근접 통과구간 노선 이격 요구 ⇒ 노선이격 및 차폐시설 설치
용인시	• 화운사, 에스피아 근접 통과에 따른 민원 ⇒ 복개박스 및 생태터널 설치
	• 포곡읍 농경지 통과구간 교량화 요구 ⇒ 포곡2교 105m → 305m 확대 설치
광주시	• 대대리~정수리 통과구간 노선변경(전주 이씨 종중 소유지 노선변경) ⇒ 상대민원 발생으로 수용 곤란
	• 해룡산 터널통과 노선변경 ⇒ 상대민원 및 영업시설 설치제약으로 수용곤란
	• 수도사 근접 통과 민원 ⇒ 환경영향 저감시설 설치

4.3 주민 조망권 확보를 위한 교량화 계획

기본설계는 포곡2교를 105m로 계획하여 포곡농협부지가 저촉되는 상황이었다. 주민들의 경관 피해를 호소하며 교량 장대화를 요구함에 따라 당초 105m를 305m로 장대화하여 지장물 저촉을 최소화 하고 지역민원을 해소하였다.

〈그림 13〉 포곡2교 전경



5. 기능 향상을 위한 설계개선

5.1 환경훼손 최소화를 위한 서용인IC 형식변경

서용인IC가 설치되는 무봉산구간은 한남정맥구간으로, 환경영향평가 협의내용 반영을 위한 조치계획으로 한남정맥 저촉 최소화를 위한 형식선정이 필요했다.

당초설계는 절토부에 트럼펫 형식을 적용하여 대절취구간이 발생되어 한남정맥 저촉이 과다(45,420㎡)하여 환경부 협의가 곤란하였다. 하지만 설계변경을 통해 절토부에 유리한 직결형(징크리프)으로 변경 적용하여 한남정맥 저촉을 최소화(23,775㎡)하고 공사비도 절감(1.5억 원)하는 효과를 이루었으며, 전방향을 직결처리함으로써 교통운영 측면에서 안전한 형식으로 개선하였다.

〈표 5〉 서용인IC 형식변경

구 분	당초설계	변경설계
형 식	트럼펫	준직결
개요도		
공사비	154.6억 원	153.1억 원 (감 1.5억 원)
한남정맥저촉	핵심구역 원충구역	270㎡ 45,150㎡
		- (감 270㎡) 23,775㎡ (감21,375㎡)

〈그림 14〉 서용인IC 전경



5.2 이용자 통행여건 및 경제성을 고려한 서용인JCT 형식변경

서용인JCT가 설치되는 마성리구간은 주거지역, 마성택지개발 등 지역민원이 극심한 구간으로 환경영향평가 협의내용에서도 민원해소를 위한 조치계획을 요구하였다.

당초설계는 마성리 마을에 근접(23m) 설치된 연결로가 고성토(H=29m)로 계획되어 지역 조망권 단절 등 주민 민원이 극심하였다. 하지만 설계변경을 통해 기존에 봉담방향 루프연결로를 마성리 상부로 우회처리하고 인천방향 연결로를 마성리 마을에 최대 이격(180m) 설치함으로써 조망권 확보로 민원도 해소하고, 공사비도 6.4억 원 절감하여 경제적 효과를 도모하였다.

〈표 6〉 서용인JCT 형식변경

구 분	당초설계	변경설계
형 식	변형클로버	변형 준직결형
개요도		
공사비	352.0억 원	345.6억 원 (감 6.4억 원)
한남정맥저촉	- 주거지 근접 23m - 연결로 고성토부 발생 (H=29m)	- 주거지 최대 이격 180m - 연결로 성토부 축소 (H=13m)

〈그림 15〉 서용인JCT 전경



6. 맺음말

수도권 및 광역권 중심의 개발은 과밀화, 지역 불균형, 교통체증 등 다양한 문제가 발생되고 있다. 이를 해결하기 위해 수도권제2순환고속도로와 같은 대도시권 주변지역 SOC 네트워크 구축망 공급의 조기 구축 필요성이 더욱 요구되고 있다.

화성~광주고속도로는 수도권제2순환고속도로의 중심축으로 이번 개통으로 수도권 남동부의 접근성 향상과 도로 이용자의 편의뿐만 아니라 대기오염, 소음 개선 등 환경비용이 개선되고 있다. 또한 최근(2022.6.3) 개통된 경부고속도로 남사진위IC와 연계됨으로써(동탄IC) 경부고속도로 교통분산에도 크게

기여하고 있다.

2006년 최초제안부터 2022년 개통까지 16년간의 수고와 노력의 결실로 만들어내 화성~광주고속도로는 금호건설(주)와 (주)유신이 설계에서부터 시공, 개통까지 책임있는 사업관리를 통해 이루어낸 성과로 회사는 물론 참여한 임직원에게 많은 자부심을 갖게 한 프로젝트였다. 또한 개통 전에 실시한 현장견학은 직원들에게 엔지니어로서의 자긍심을 더욱 고취시키는 계기가 되었다.

화성~광주고속도로는 용인, 광주, 화성 지역이 수도권 물류 허브로서 고용을 유발하고 지역경제를 살리는 계기가 되어 국토균형발전에도 크게 기여할 것이다.

〈그림 16〉 준공기념비



〈그림 17〉 사업 참여자 현장견학



본 사업을 성공적으로 수행할 수 있도록 협조해준 국토교통부 및 서울지방국토관리청, 그리고 긴 시간 함께 고생하신 모든 관계자분들에게 이 글을 대신하여 감사의 마음을 전합니다.