



땅속 배관, 덜 파고 더 안전하게 묻다

C O N T E N T S

땅속 배관, 덜 파고 더 안전하게 묻다

01. 우리가 다시 던진 오래된 질문
02. 안전을 강화했더니, 공사가 더 어려워졌다
03. 시공 순서를 바꾸면, 답이 보인다
04. 트럭을 관 위에 올려보았다
05. 적게 파고, 더 빨리, 더 경제적으로 - 그리고 더 안전하게



이수규 수석연구원
glee@lh.or.kr



윤정원 책임연구원
yunjungwon@lh.or.kr



박종배 선임연구위원
jbpark@lh.or.kr

땅속 배관, 덜 파고 더 안전하게 묻다

이수규 수석연구원
윤정원 책임연구원
박종배 선임연구위원

우리가 다시 던진 오래된 질문

2026년 3월, 경기 안성의 한 공사현장에서 배수관을 묻던 작업자가 무너진 흩더미에 매몰되어 목숨을 잃었다. 같은 해 6월, 전력시설물을 묻던 또 다른 현장에서도 같은 유형의 사고가 반복됐다. 고용노동부의 통계로 보면 2025년도 건설현장에서 무너짐 사고로 숨진 사람은 서른여덟 명. 대부분 땅을 파던 중, 그 벽이 무너져 발생한 사고였다¹⁾.

우리 눈에 보이지 않는 땅속에는 상하수도관, 전기선, 통신선, 가스관이 촘촘히 지나간다. 이 관들을 묻기 위해 도시 곳곳에서는 매일 땅이 파헤쳐진다. 그리고 그 깊은 구덩이 안에서, 매년 누군가가 목숨을 잃는다.

LH 토지주택연구원은 오래전부터 이 문제를 들여다보고 있었다. 작업자의 안전을 강화하면 사고 위험은 줄어들지만, 공사는 더 오래 걸리고 비용도 늘어난다. 안전과 효율을 함께 지킬 수 있는 방법은 정말 없는 걸까. 우리는 이 오래된 질문에서 다시 출발했다.

안전을 강화했더니, 공사가 더 어려워졌다

땅속에 관을 묻는 일은 생각보다 단순하지 않다. 관이 지나갈 자리를 따라 도로를 파내고, 관을 놓고, 다시 흙을 덮는다. 문제는 이 “파내는” 과정에서 발생한다. 흩벽은 언제든지 무너질 수 있기 때문이다.



그림-1 2026년 지하시설물 공사 중 발생한 매몰 사망사고 현장

출처 : (좌) YTN, <인천 한전 시설물 공사현장 토사 붕괴...작업자 숨져>, YouTube, 2026. 6. 26. (접근일: 2026. 7. 28.)

(우) KBS, <배수관로 정비 작업 중 매몰...60대 숨져>, YouTube, 2026. 5. 27. (접근일: 2026. 7. 28.)

1) 고용노동부, 2025년(누적) 산업재해 현황(2026.03.31.)

정부는 이런 사고를 막기 위해 2023년 산업안전보건기준을 강화했다.²⁾ 과거에는 지반을 “건조한 땅”과 “습한 땅” 정도로 모호하게 나뉘었다면, 이제는 흙의 종류를 네 가지로 명확히 구분하고 각각에 맞는 경사 기준을 제시하도록 바꿨다. 흙벽이 수직에 가까울수록 무너지기 쉬우니, 안전하게 뉘어서 파라는 취지다.

취지는 옳다. 그런데 현장에서는 새로운 고민이 생겼다. 예를 들어 폭 2m, 깊이 3m짜리 구덩이를 파야 할 때, 예전 기준으로는 단면적이 약 10.5m²였다. 하지만 새 기준을 적용하면 흙벽을 훨씬

완만하게 눕혀야 하므로 같은 관을 묻기 위해 파야 할 단면적이 16.8m²로 늘어난다. 60%나 더 파야 하는 것이다.

파야 할 흙이 늘면 그만큼 시간이 걸리고, 실어나를 트럭도 더 필요해진다. 그로 인해 공사비와 공사기간은 대략 35~40% 늘어난다는 추정도 나왔다. 안전을 챙기려니 공사에 필요한 작업량과 공정이 늘어나고, 그만큼 공사기간도 길어지다 보니 공사현장의 작업자는 촉박한 일정 속에 무리하게 작업을 서두르게 될 위험이 커지는 구조다. 우리는 이 딜레마를 어떻게 풀어야 할지 고민했다.

2023년 산업안전보건기준, 무엇이 달라졌나?

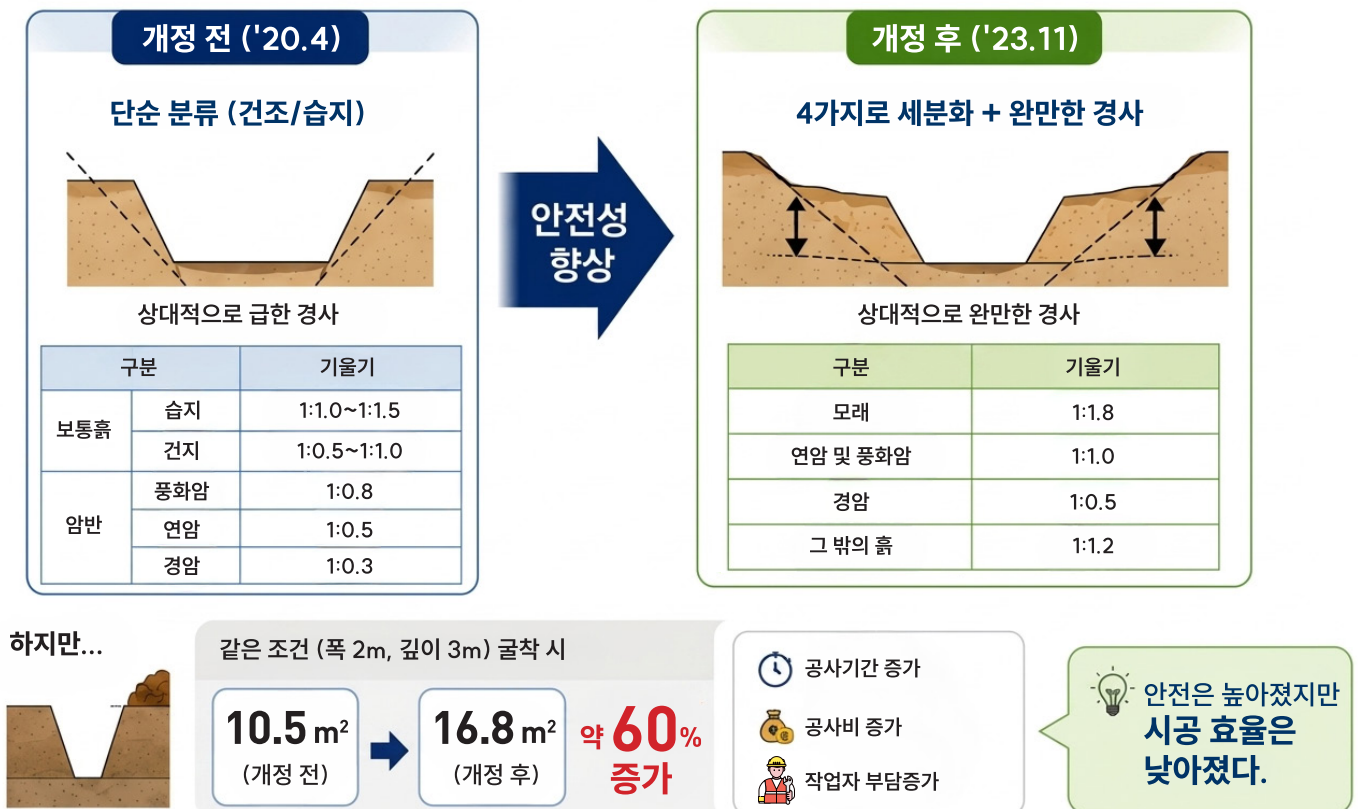


그림-2 2023년 개정 전후 굴착면 경사 기준 비교

* AI를 활용하여 제작된 이미지입니다.

2) 산업안전보건기준에 관한 규칙, 고용노동부령 제399호 (2023. 11. 14., 일부개정·시행), [별표 11].

시공 순서를 바꾸면, 답이 보인다

문제를 오래 들여다보다 보면, 때로는 아주 단순한 곳에서 답이 나온다. 우리 연구팀이 LH 스마트건설안전본부와 함께 TF를 꾸려 2023년부터 매달렸던 질문은 이것이었다. “꼭 깊게 파야만 관을 묻을 수 있을까?”

지금까지의 공사 방식은 이랬다. 먼저 흙을 조금씩 쌓을 때마다 단단히 다져, 도로의 최종 높이(노상계획고)까지 평평하게 만든다. 그다음 그 위에서 깊게 땅을 파고, 관을 놓고, 다시 흙을 덮는다. 순서가 자연스러워 보이지만, 이 방식에는 두 가지 문제가 있다. 하나는 어차피 다시 팔 자리에 미리 흙을 쌓았다가 다시 파낸다는 점에서 불필요한 작업이 발생한다는 것. 다른 하나는 관을 묻는 깊이가 5m를 넘어가는 경우 작업자가

매몰 위험에 그대로 노출된다는 것이다.

우리가 제안한 방식은 시공 순서를 바꾸어 불필요한 작업을 최소화하는 것이다. 흙을 노상 계획고까지 다 쌓기 전에, 관 위에 최소한으로 필요한 흙 두께(최소토피고)만큼만 먼저 쌓는다. 그 상태에서 얇게 파서 관을 묻은 뒤, 나머지 흙은 관을 덮고 난 후에 층층이 쌓아 올린다. 파는 깊이가 얕아지니 흙벽이 무너질 위험도 줄고, 파낼 흙의 양도 대폭 줄어든다.

말은 단순하지만, 이 방식을 실제로 적용하려면 반드시 확인해야 할 것이 하나 있었다. 관 위에 흙이 겨우 1m(최소토피고)밖에 없는 상태에서, 그 위로 대형 장비가 지나가도 관이 멀쩡할까? 만약 관이 깨지거나 변형되면 이 아이디어는 그대로 무너진다.

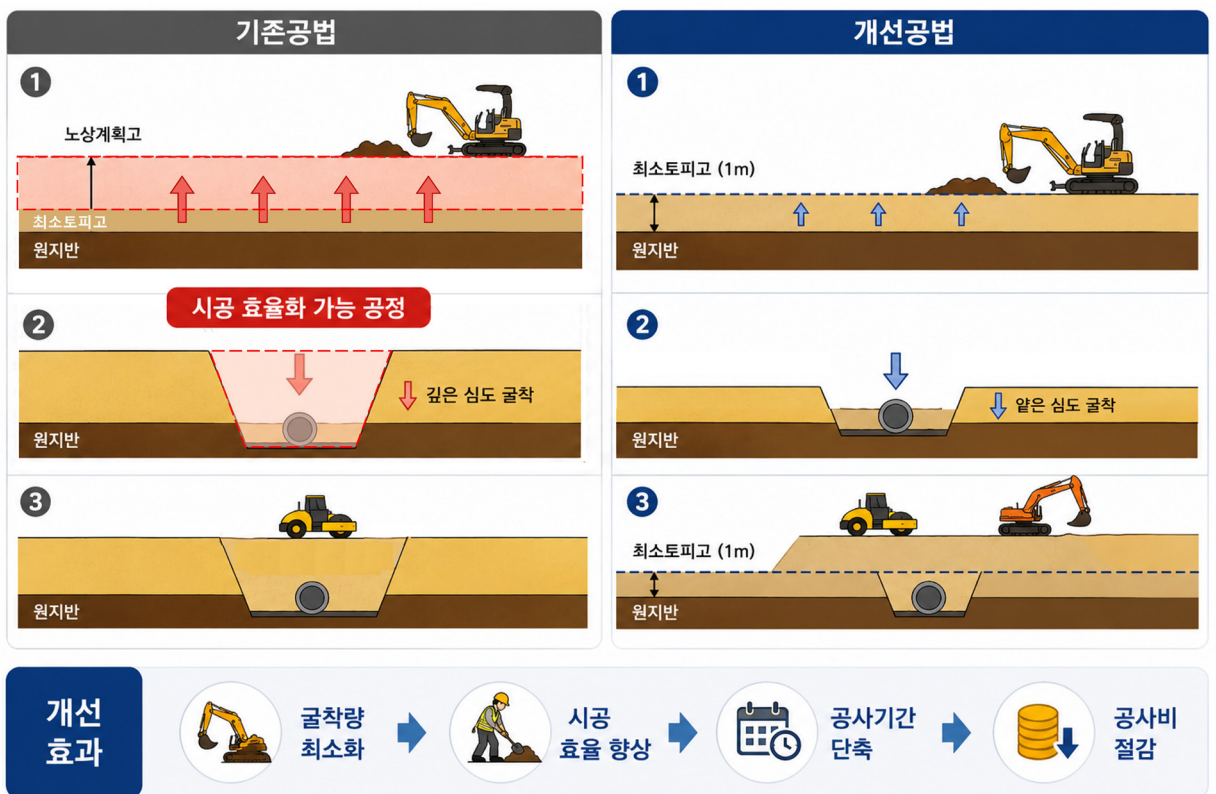


그림-3 관을 묻는 두 가지 방식, 무엇이 달라졌나

* AI를 활용하여 제작된 이미지입니다.

트럭을 관 위에 올려보았다

이론만으로는 안심할 수 없었다. 우리는 실제 관을 땅에 묻고, 그 위에 10톤 진동롤러와 25톤 덤프트럭을 직접 올려보았다. 관의 종류도 단단한 강성관(콘크리트)과 유연한 연성관(PE·PVC 등 플라스틱)을 모두 시험했다. 관의 크기와 흙의 다짐 정도, 관 위에 덮인 흙 두께를 다양하게 바꿔가며 여러 조건에서 반복했다.³⁾

결과는 예상보다 안정적이었다. 단단한 강성관에서는 국내외 기준(KS·ASTM)에서 허용하는

균열 폭 0.25mm를 훨씬 밑도는 미세한 균열만 관찰됐다. 유연한 연성관 역시 허용 변형률 5% 이내에서 안정적으로 형태를 유지했다. 관 위 흙 두께가 1m만 되어도, 그 위를 대형 장비가 지나갈 수 있다는 사실이 확인된 것이다.

실험을 지켜보던 연구자들의 마음속에도 조용한 확신이 자리 잡았다. 우리가 바꾸려는 것은 대단한 신기술이 아니라, 오랜 관행 속에 숨어 있던 한 번의 순서 전환이었다. 그리고 그 작은 전환이 만들어낼 변화는 결코 작지 않았다.

현장 실증 실험 개요도

관로를 흙에 매설할 때 최소토피고(흙의 두께)와 관의 지름을 다르게 적용하여 관의 거동과 변형에 어떤 영향을 미치는지 실험으로 확인합니다.

실험의 핵심



최소토피고 변화
최소토피고(흙의 두께)를
다르게 적용하여 비교

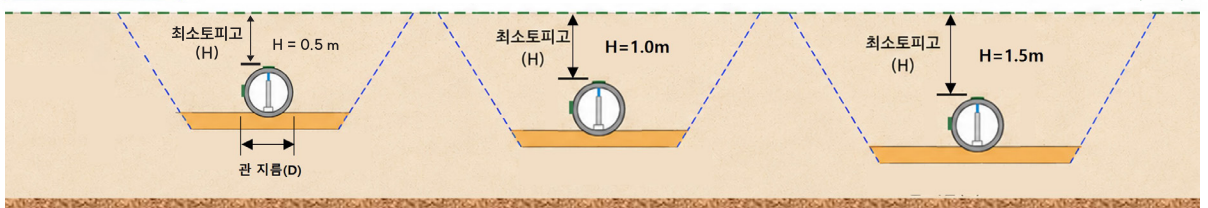


관 지름 변화
여러 크기의 관을
매설하여 비교



안전한 설계 도출
실험 결과를 바탕으로
최적의 설계 조건 제시

평면도 (앞에서 본 모습)



단면도 (옆에서 본 모습)

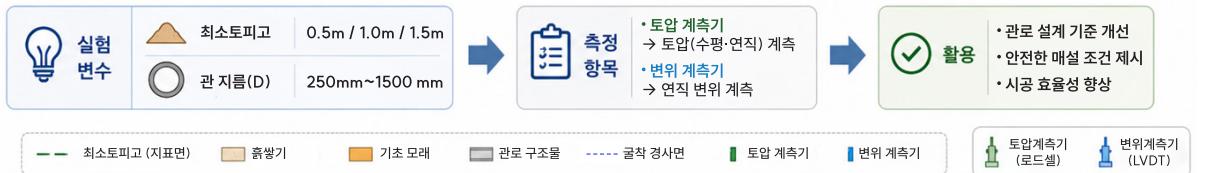
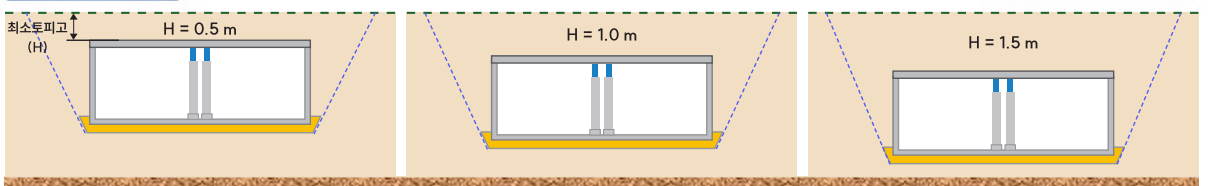


그림-4 관 위에 얼마나 얇게 흙을 덮어도 될까, 현장 실증실험 구성 및 검증 현장

* 시를 활용하여 제작된 이미지입니다.

3) 박종배 외(2026), “현장실무 적용을 위한 관로 터파기 기준 고도화 연구”, 토지주택연구원

적게 파고, 더 빨리, 더 경제적으로 - 그리고 더 안전하게

우리는 개선된 방식을 실제 공사 조건에 대입해 계산해 보았다. 관 길이 1,000m, 관 지름 600mm, 평균 깊이 3m짜리 공사를 기준으로 삼았다.

파야 할 흙의 양은 16,950m³에서 7,812m³로 54% 줄었다. 다짐 작업이 필요한 흙의 양도 16% 감소했다. 공사기간은 162일에서 114일로 30% 단축됐고, 공사비는 2억 원에서 1억 5천만 원으로 26% 절감되는 것으로 나타났다.

이 방식을 LH가 조성 중인 3기 신도시의 관로공사 전체(약 560km)에 적용한다고 가정하면, 약 300억 원의 예산 절감이 가능하다. 그러나 우리가 진짜 의미 있게 여기는 숫자는 이런 금액이 아니다.

파는 깊이가 얕아졌다는 것. 그것은 곧 흙벽이 무너질 확률이 줄었다는 뜻이고, 그 안에서 일하는 작업자의 생명이 조금 더 안전해졌다는 뜻이다. 공사기간이 짧아졌다는 것은 그만큼 공사비 부담과 현장 관리 비용이 줄었다는 뜻이다.

기술은 종종 거창한 발명으로만 이야기되지만, 실제로 사람의 삶을 바꾸는 것은 이런 작지만 정확한 개선들이다. 우리는 앞으로도 보이지 않는 곳에서 조용히 도시를 지탱하는 기술들을 하나씩 살펴볼 예정이다.

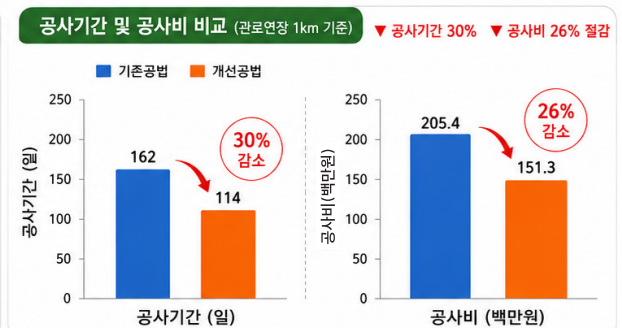
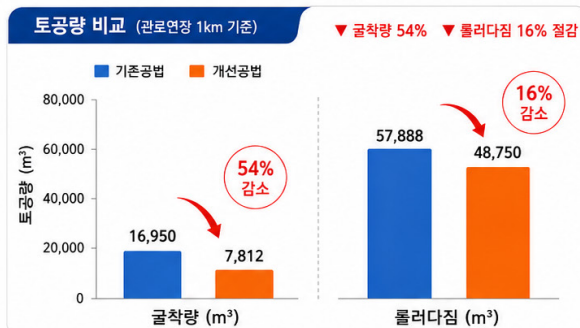
땅속에는 아직도, 우리가 다시 들여다봐야 할 이야기들이 많이 남아 있다. ✦

관로공사, 더 빠르고 더 효율적으로!

개선공법 적용으로 토공량과 공사기간, 공사비가 크게 줄었습니다



비교 항목	토공량 (m³)		공사기간 (일)	공사비 (백만원)
	굴착량(m³)	롤러다짐(m³)		
기존공법	16,950	57,888	162일	205.4
개선공법	7,812 ▼ 54%	48,750 ▼ 16%	114일 ▼ 30%	151.3 ▼ 26%



개선효과 한눈에!

굴착량 최소화
 굴착량 54% 감소
 → 굴착 및 운반 비용 절감!

공사기간 단축
 공사기간 30% 단축
 → 더 빠르게 완료할 수 있어요!

공사비 절감
 공사비 26% 절감
 → 비용 부담을 줄일 수 있어요!

그림-5 순서를 바꾸면 이렇게 달라진다, 굴착량·공사기간·공사비 비교

* AI를 활용하여 제작된 이미지입니다.

참고 문헌

- 고용노동부. 산업안전보건기준에 관한 규칙. 고용노동부령 제399호, 일부개정·시행 2023. 11. 14.
- 고용노동부, 2025년(누적) 산업재해 현황(2026.03.31.)
- 박종배 외(2026), “현장실무 적용을 위한 관로 터파기 기준 고도화 연구”, 토지주택연구원
- KBS, <배수관로 정비 작업 중 매물...60대 숨져>, YouTube, 2026. 5. 27. (접근일: 2026. 7. 28.)
- YTN, <인천 한전 시설물 공사현장 토사 붕괴...작업자 숨져>, YouTube, 2026. 6. 26. (접근일: 2026. 7. 28.)

※ 본 글은 LHRI 자체 과제로 수행하여 2026년도에 완료한 “현장실무 적용을 위한 관로 터파기 기준 고도화 연구”의 주요 성과를 일반 독자의 이해를 돕기 위해 소섧적 비유와 서사 구조로 재구성한 것입니다. 보다 자세하고 전문적인 내용은 해당 보고서를 참조하여 주시기 바랍니다. 원문은 LH 토지주택연구원 홈페이지에서 확인하실 수 있습니다.

편집인 최상희 선임연구원(urban@lh.or.kr)

편집장 양홍석 수석연구원(h.yang@lh.or.kr)

발행인 김용운

발행처 LH 토지주택연구원



땅속 배관, 덜 파고 더 안전하게 묻다

이수규 수석연구원, 윤정원 책임연구원, 박종배 선임연구위원

- 매년 반복되는 굴착공사 매몰사고를 막기 위해 굴착면을 더 완만하게 파도록 강화 (산업안전보건기준, 2023년)
- 기존 공법은 도로 계획고까지 흙을 쌓은 뒤 깊게 파내는 방식으로, 토공량 증가와 작업자 매몰 위험 상존
- LH 토지주택연구원은 관 위 최소 흙 두께까지 먼저 흙을 쌓은 뒤 얇게 파서 관을 묻는 방식으로 시공 순서를 전환하는 공법 제안
- 실증실험 결과 관 위 흙 두께가 1미터에 불과해도 10톤 진동롤러와 25톤 덤프트럭 하중을 안전하게 견디는 것으로 확인
- 굴착량 54% 감소·공사기간 30% 단축·공사비 26% 절감이 기대되며, 3기 신도시 적용 시 약 300억 원 절감 효과 예상



호수	제목	대표저자	발간일
62	· 비주택 리모델링 사업의 동향과 추진여건	송상훈 연구위원 박윤재 연구원	2025.09.01
63	· 해외국가를 통해 본 미래도시의 공간혁신 방향 · 도시혁신·공간문화를 이끄는 LH의 시대적 소명	윤정란 연구위원 김주진 연구위원	2025.09.29
64	· 2030 청년 1인가구가 원하는 집은?	정소이 연구위원	2025.10.27
65	· 공동주택 주차난, 오토발렛이 해법이 될 수 있을까?	배연희 책임연구원	2025.11.17
66	· 지방이 답이다. : 독일 히든 챔피언에서 찾은 지역균형발전 해법	이삼수 팀장	2025. 11. 24
67	· 속도와 사업성을 키운 도심공동주택복합사업 시즌2 : 규제완화 성과와 남은 과제들	김옥연 연구위원	2025.12. 24
68	· "왜 화성에는 탐사를 넘어 도시가 논의되는가"	김명인 책임연구원 손희주 책임연구원	2026.01.19
69	· 일본 도시정비사업의 재개발회사 역할 및 시사점	임정민 연구위원	2026.01.19
70	· 고령인구 천만시대 돌봄·의료·일자리·주거 연계 전략 제언	최상희 선임연구위원 김경미, 이봉조 책임연구원	2026.01.26
71	· 공공분양주택 완전정복+(PLUS) 신희부부라면 반드시 알아야 할 청약 기본상식	이훈 책임연구원	2026.02.09
72	· 은퇴자 마을에 살려면 얼마가 필요할까?	정연우 연구위원	2026.02.23
73	· 로봇 경비원?	남성훈, 양홍석 수석연구원	2026.03.09
74	· 취임 이후 9개월, 대통령 부동산 메시지	양홍석 수석연구원	2026.03.23
75	· 공공분양 맞아? 84타입의 반전	손희주, 박민국 책임연구원, 김남정 연구위원	2026.04.06
76	· 도시의 나무들이 품고 있던 탄소 120만 톤, 6년의 추적 끝에 밝혀 내다	이은엽 연구위원, 이정민 실장, 김영민 전임연구원	2026.04.20
77	· AI·반도체가 키운 전력난, SMR이 답이 될까	이정민 실장, 이은엽 연구위원, 최종수 연구위원, 김명인 책임연구원	2026.05.04
78	· 세상에 이런 집이?	최상희 선임연구위원, 이정은, 박민국 책임연구원, 최대식 연구위원	2026.05.04
79	· 우리는 정말 균형발전을 하고 있나	정창무 원장, 한혜숙 차장, 손희주 책임연구원	2026.06.08
80	· 땅은 국가가, 집은 국민이	최상희 선임연구위원, 김경미 책임연구원, 장진혁 책임연구원	2026.06.15
81	· 반세기가 흘러도 늙지 않는 신도시	이영환 연구위원, 임정민 연구위원	2026.07.06
82	· 빈집을 다시 보다	문준경 수석연구원	2026.07.20

