

건설동향브리핑

CERIK

제 561 호
2016. 5. 23

정책동향

- | 물가 변동 리스크, 원칙적으로 발주자가 부담해야

시장동향

- | 향후 국내 건설경기 하락 가능성 진단
- | 건설 수주와 기성의 순환변동치 분석

산업정보

- | 2008년 이후 건설업 경영상태 동향 점검 및 시사점
- | 영국 「건설산업 전략 2016~2020」 주요 내용

건설논단

- | 4차 산업혁명과 노후 인프라

한국건설산업연구원

Construction & Economy Research Institute of Korea

물가 변동 리스크, 원칙적으로 발주자가 부담해야

- 물가 변동에 의한 피해가 하도급자나 자재, 장비대여업자의 부담으로 귀착 우려 -

■ 장기계속공사에서 물가 변동에 의한 시공자의 리스크 상존

- 현대의 건설공사는 장기간에 걸쳐 이행되는 채권 관계가 많음. 따라서 계약 이행 과정에서 급격한 물가 변동 등에 따른 리스크를 시공자가 일방적으로 부담토록 할 경우, 이는 발주자 일방에게 매우 유리하며, 시공자에게는 불공평한 결과를 초래할 수 있음.
 - 현실적으로 건설 현장에서 하도급 시공이 증가하고 있는 현실을 고려할 때 과도한 물가 변동에 따른 피해를 건설업체가 일방적으로 부담하도록 할 경우, 결과적으로 하도급자나 자재·장비대여업자 등의 부담으로 귀착될 우려가 높음. 이는 하도급자나 재하도급자의 경영 악화와 더불어 부실 시공의 우려가 높아짐.
 - 최근 들어 건설 공사가 더욱 대형화되고 장기화되면서 계약 이행 과정에서 과도한 물가 변동이나 긴급한 인플레이션이 발생할 가능성이 높아지고 있음. 더구나 국내의 건설 공사는 총 사업 예산이 일괄 확보되어 있는 ‘계속비’ 계약이 아니라 매년 예산이 책정되는 ‘장기계속공사’로 진행되는 사례가 많음. 따라서 매년마다 예산 확보가 미흡할 경우 공사 기간이 장기화되고, 물가 변동에 따른 시공자의 부담이 큰 편임.
- 이에 따라 현대의 건설 공사에서는 계약 체결 이후의 급격한 물가 변동 등 경제 여건의 변화에 대처하여 사법상의 원칙인 ‘신의 성실의 원칙’(Essentials of ‘True und Glauben’)의 하위 개념으로서 ‘사정 변경의 원칙(circumstance-alteration principle)’을 적용하여 계약 금액의 변경을 허용하는 것이 일반적임.
 - 현행 「국가계약법」에서는 계약 체결일로부터 90일 이상 경과하고, 입찰일을 기준으로 품목 조정률이나 지수 조정률이 3/100 이상 증감된 때에는 계약 금액을 조정하도록 규정하고 있음.

■ 국내 공공입찰제도는 장래 물가 변동을 반영하여 투찰하는 것이 곤란

- 일부에서는 외국의 경우 계약 이행 과정에서 물가 변동에 의한 계약 금액 조정을 불허하는 사례가 있다는 점을 들어, 국내에서도 물가 변동에 의한 계약 금액의 변경을 불허하고 입찰자 책임으로 전가하는 것이 필요하다는 주장이 존재

- 반면, 우리나라의 공공공사 입찰제도를 보면, 낙찰 하한율(적격심사제)이나 세부 공종별 단가 심사(종합심사낙찰제) 등으로 인하여 입찰자가 낙찰을 받기 위해서는 투찰할 수 있는 가격 범위가 인위적으로 제한되는 경향이 있음.
- 이 때문에 외국과 달리 시공자가 입찰 단계에서 향후 계약 이행 과정 중의 물가 변동을 반영하여 투찰하는 것이 곤란함.
- 미국 등에서 확정고정금액계약(firm-fixed-price contracts)으로 발주하여 물가 변동에 따른 계약 금액 조정을 불허하는 경우, 발주자는 공사비 산정시 향후 물가 변동을 포함하여 추정 가격을 작성함. 또한 입찰 과정에서 입찰자는 향후 물가 상승 비용을 포함시켜 투찰하는 것이 일반적임.
- The National Cooperative Highway Research Program(NCHRP)의 자료를 보면, 고정 금액 계약의 경우 더욱 정확한 비용을 산출하고, 예비비(contingency)를 책정하기 위하여 기본 지침을 제공하고 있는데, 공사 기간 중의 장래 인플레이션을 반영하기 위하여 프로젝트의 기본 비용 추정치에 5%의 비용 추가를 제안하고 있음.

■ 물가 변동에 의한 계약 금액 조정 기준 낮추어야

- 물가 변동에 따른 계약 금액의 조정 제도를 경직적으로 운영하는 것은 발주자 일방에게 매우 유리하며, 시공자에게 과도한 부담을 전가할 우려가 높음.
 - 실무적으로 보더라도 5년 이상의 장기간에 걸치는 공공공사의 경우, 시공자가 입찰 단계에서 미래의 물가 변동을 모두 예측하여 투찰 가격에 반영시키는 것은 현실적으로 어려우며, 결과적으로 저가(低價) 낙찰로 귀결될 가능성이 높음.
 - 물가 변동에 따른 계약 금액 조정이 제한될 경우, 이는 하도급업체나 자재·장비업체의 피해로 귀결될 가능성이 높으며, 나아가 하도급 계약 타절(打切)이나 공사 기간 연장, 납품 기피, 공사 품질의 저하 등으로 이어질 우려가 높음.
- 결론적으로 계약 이행 과정에서 물가 변동에 대한 리스크에 대하여 발주자가 책임을 부담하려는 노력이 요구됨. 따라서 현행과 같이 총액 3% 이상의 물가 변동이 발생한 경우 계약 금액을 조정하는 규정은 타당한 것으로 판단됨.
 - 더구나 최근 물가 상승률이 낮아지고 있는 점을 고려할 때, 총액을 기준으로 에스컬레이션 허용 기준을 현행 3% 이상에서 1.5~2% 수준으로 하향할 필요성이 제기됨.

최민수(연구위원 · mschoi@cerik.re.kr)

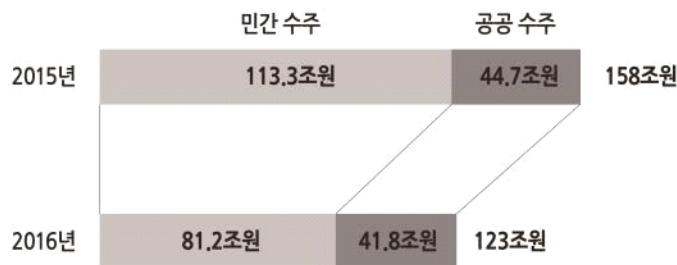
향후 국내 건설경기 하락 가능성 진단¹⁾

- 건설 수주 2016년 하반기, 건설 투자 2018년부터 하락세 본격화 -

■ 국내 건설 수주 향후 2~3년간 감소세 지속 전망

- 건설경기 선행 지표인 국내 건설 수주가 지난해 158조원을 기록해 역대 최고치를 경신하며 호조세를 보였으나, 금년에는 전년 대비 약 20% 급락할 전망이다.

<그림 1> 발주 부문별 국내 건설 수주 추이



주 : 2016년은 한국건설산업연구원 전망치. ; 자료 : 대한건설협회.

- 국내 건설 수주의 하락세는 올 하반기 이후 본격화될 전망이며, 향후 2~3년 간 하락세가 지속될 가능성이 높음.
 - 이는 공공 수주가 큰 변동이 없는 가운데, 민간 주택 수주가 올 하반기 이후 하락세에 진입해 향후 2~3년 간 하락세를 지속할 가능성이 높기 때문임.

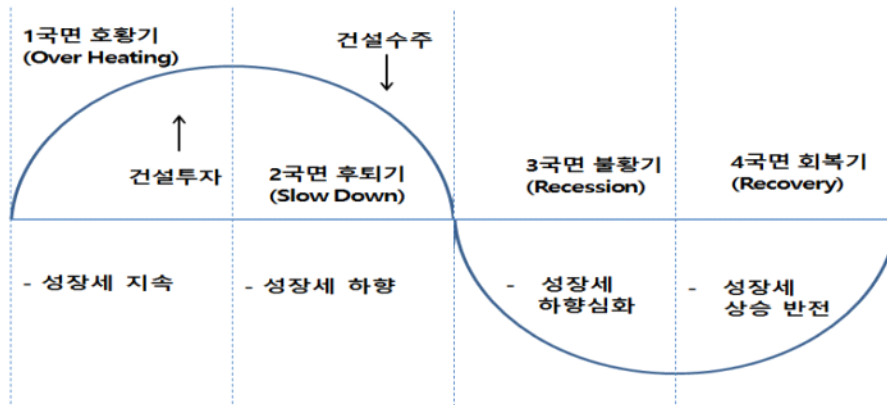
■ 건설 투자 2017년 하반기 감소세 시작, 2018년 큰 폭으로 하락 전망

- 국내 건설 수주와 건설 투자 간의 시차 등을 고려할 때 건설 투자의 하락 시기는 2017년 하반기 이후로 예상됨.
 - 건설 투자의 하락세는 2018년 이후 본격화되어 2~3년 간 하락세가 지속될 가능성이 높음.
 - 다만, 선행 지표인 국내 건설 수주가 2015년 한 해 동안 호조세를 보인 영향으로 2016년에는 건설 투자가 양호한 증가세를 보일 것으로 전망됨.

1) 본고는 한국건설산업연구원이 발간한 「향후 국내 건설경기 하락 가능성 진단」(2016. 5)의 주요 내용을 발췌, 요약한 것임.

- 종합적으로 볼 때 건설경기 선행 지표인 국내 건설 수주는 현재 경기 사이클상 제2국면인 후퇴기, 동행 지표인 건설 투자는 제1국면인 호황기를 지나는 것으로 판단됨.
 - 건설 투자는 선행 지표인 국내 건설 수주를 따라 2017년 하반기 이후 제2국면인 후퇴기에 진입하고, 2018년 이후 제3국면인 불황기에 진입할 것으로 예상됨.

<그림 2> 건설경기 선행 및 동행 지표의 경기 주기상 현재 위치



- 2016년 국내 건설 수주 하락은 향후 5년 간 GDP 연평균 증가율을 0.4%p 하락시키고, 총 45.1만명(연평균 9만명)의 취업자 수 감소를 초래할 것으로 추정됨.

■ 2018년 건설기업의 국내 공사 매출 절벽 우려, 대응 전략 필요

- 건설 투자와 유사한 변동을 보이는 자재 출하, 건설기업의 국내 공사 매출 등도 내년 하반기 이후 하락세가 시작돼 2018년에는 국내 공사 매출 절벽이 우려됨.
 - 경기 사이클상 호황기가 두드러지면 이후 나타날 불황기도 두드러질 가능성이 높음. 특히 주택사업 비중이 높은 건설기업들의 매출 절벽이 우려됨.
- 건설기업들은 2017년 하반기 이후 국내 공사 매출의 감소에 대비해 수주 잔고 확보가 필요하나, 국내외 시장 침체로 인하여 리스크가 높은 공사의 수주가 우려되는 상황임.
 - 올해와 내년 수주 잔고 확보를 위한 노력과 더불어 신성장 동력 확보, 사업 포트폴리오 조정, 비용 절감 등을 포함한 근본적 체질 개선 노력을 시작해야 할 것으로 판단됨.
- 정책적으로는 하반기 이후 주택경기의 급격한 하락 방지, 민자 사업 및 노후 인프라 개선사업 활성화, 해외 수주 및 리스크 경감 등을 위한 지원 방안이 필요함.

이홍일(연구위원 · hilee@cerik.re.kr)

건설 수주와 기성의 순환변동치 분석

- 건설 수주는 불황기 초입, 건설 기성 호황기 진입 -

■ 최근 건설 수주, 건설 기성 서로 상반된 움직임 보여

- 통계청 건설경기동향조사에 의하면 선행 지표인 건설 수주는 3월에 전년 동월 대비 6.3% 감소했으나, 건설경기 동행 지표인 건설 기성은 증가한 것으로 나타남.
 - 건설 수주는 지난해 전체 수주 상승을 이끈 민간 주택 수주가 부진한 영향으로 3월에 전년 동월 대비 6.3% 감소함.

■ 건설 기성 3월에 전년 동월 대비 22.0% 증가, 14년 만에 최대 증가폭

- 특히, 3월 건설 기성은 전년 동월 대비 22.0%나 증가했는데, 이는 지난해 수주한 건축 공사의 신속한 기성 진척과 정부 SOC 예산 조기 집행 영향 때문인 것으로 분석됨.
 - 올해 3월 건설 기성 증가폭(+22.0%)은 지난 2002년 1월(+22.3%) 이후 14년 2개월 만에 가장 큰 증가폭이며, 통계가 작성된²⁾ 이래 역대 세 번째로 높은 증가율임.
 - 건설 기성이 증가한 것은 작년 급등한 주택 및 비주택 건축 수주의 기성 진척 때문임. 특히 향후 부동산 경기 및 금융 환경에 대한 불확실성으로, 수주한 건축 사업의 착공을 더욱 서둘러 진행하고 있는 것으로 판단됨.
 - 또한, 최근 경기 둔화 우려감으로 인해 정부는 1/4분기 SOC 예산 조기 집행을 통해 재정 집행률을 높였는데, 이러한 영향으로 3월 공공 토목 공사 기성 또한 크게 증가한 것으로 판단됨

<표 1> 2016년 1~3월 건설 수주·기성 추이

(단위 : 전년 동월비 %)

구 분	건설 수주					건설 기성				
	토목	건축	주택	비주택		토목	건축	주택	비주택	
1월	-3.9	43.1	-16.9	-29.0	7.2	7.8	-8.7	17.5	23.5	8.5
2월	85.5	-3.1	135.1	106.8	186.4	8.6	-7.8	17.9	27.0	5.5
3월	-6.3	19.1	-12.4	-31.5	64.3	22.0	14.2	26.4	31.1	19.6

자료 : 통계청 건설경기동향조사.

2) 건설경기동향조사의 월간 건설 기성 수치는 1997년 7월부터 작성됨.

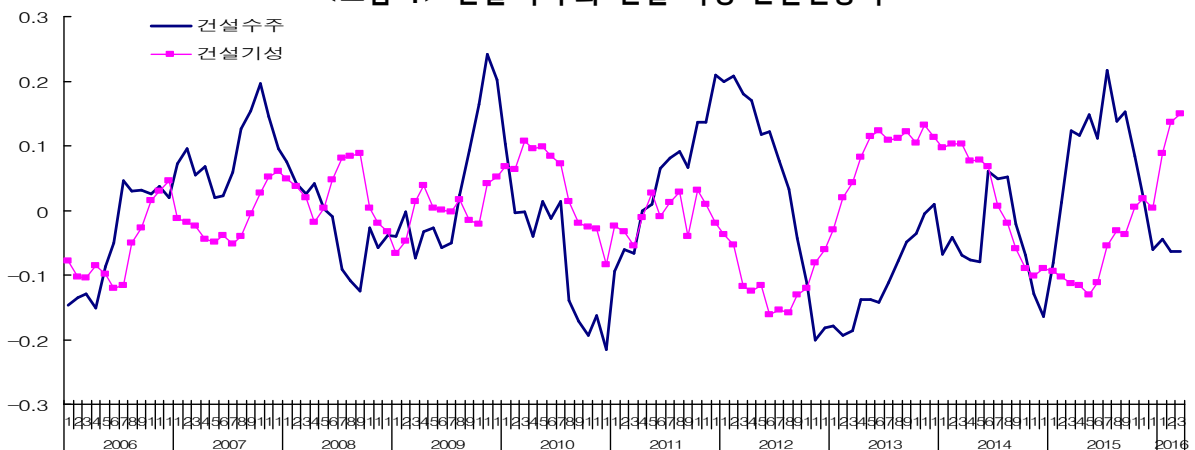
■ 순환변동치상 최근 건설 수주는 불황기 초입, 건설 기성은 호황기 진입

- 최근 건설 수주와 건설 기성 순환변동치를 살펴보면 건설 수주는 감소세가 지속되기 시작하는 불황기 초입에 들어선 것으로 판단되며, 반면 건설 기성은 성장세가 지속되는 호황기에 들어선 것으로 분석됨.
 - 건설경기 선행 지표인 건설 수주가 민간 주택을 중심으로 점차 감소하는 모습을 보여주고 있는데, 하반기 공공 수주가 감소할 경우 침체가 좀 더 깊어질 수 있을 것으로 보임.
 - 반면, 동행 지표인 건설 기성은 1~3월까지 각각 7.8%→8.6%→22.0%로 점차 증가폭이 커짐. 아파트 착공 및 분양이 증가하는 등 전반적으로 건설 활동이 활발히 일어나고 있는데, 이런 흐름은 하반기에도 이어질 것으로 전망됨.

■ 올해 국내 건설공사에 필요한 시멘트, 철강재 등 건설자재 수요 함께 상승 예상

- 건설 기성의 순환변동치가 빠른 속도로 호황기에 들어섰다는 것은 진행되고 있는 공사가 매우 활발한 상황임을 뜻함. 올해 국내 건설공사 투입에 필요한 시멘트, 철강재 등 건설자재 출하와 인력 고용 등이 함께 상승할 것으로 예상됨.
 - 그러나, 건설 수주와 기성 간 순환주기 시차가 대략 1년에서 1년 반 정도인 것을 감안, 선행 지표인 수주가 감소한 영향이 빠르면 올 연말에서 내년 상반기 중에 동행 지표인 건설 기성에 영향을 미칠 것으로 예상됨.

<그림 1> 건설 수주와 건설 기성 순환변동치



주 : 통계청이 제공한 계절 조정된 시계열을 로그화하여 HP 필터링 수행, 7개월 이동 평균, 기성은 변동 폭을 2.5배 확대함.

박철한(책임연구원 · igata99@cerik.re.kr)

2008년 이후 건설업 경영 상태 동향 점검 및 시사점

- 지방·중소 업체 중심으로 산업 건전성 회복 지원 정책 필요 -

■ 2008년 이후 지속된 금융위기로 건설 경영 악화

- 2008년 이후 지속된 금융위기의 여파로 부동산 경기가 침체되고, 최저가낙찰제도가 확대되는 등 건설 경영 환경이 악화됨에 따라 시공 능력 상위 150위권 내 중대형 업체들의 부실화가 이어짐.
 - 2008년 한 개 업체가 법정관리에 들어간 것을 시작으로 중대형 업체들의 부실화 지속
 - 2012년에는 시공능력순위 150위권 이내 업체 중 워크아웃이나 법정관리에 들어간 업체가 25개사에 달함(워크아웃 18개사, 법정관리 7개사).
- 중대형 업체 부실화에 따라 정부는 건설산업의 구조조정 정책 시행을 발표함.
 - 이후 개별 기업들의 구조조정 노력과 부동산 시장 회복 등에 힘입어 2016년 3월말 시공 능력 상위 100개 사 중 워크아웃이나 법정관리 업체는 14개 업체로 감소
 - 종합건설업체 수도, 2008년 1만 2,590개사(면허 수 1만 4,262개)에서 2014년에는 1만 972개사(면허 수 1만 2,906개)로 1,618개사(면허 수 1,356개) 감소

■ 2008~14년 건설산업 경영 상태 동향 점검

- 2008년부터 2014년까지 주요 재무지표를 보면, 안정성 지표 중 부채비율은 개선되었으나, 차입금의존도는 지속적으로 상승함. 특히, 2014년까지 수익성 지표는 여전히 호전된 모습을 보이지 않음. 다만, 2014년 이후 부동산 시장 활황에 따라 2015년 수익성 지표는 다소 개선될 것으로 전망됨.³⁾
 - 2008년 193.1%를 나타내던 부채비율이 2014년에는 143.1% 기록. 그러나 이자부 부채를 나타내는 차입금의존도는 2008년 20.0%에서 2013년에는 25.7%, 2014년에는 23.6%를 기록
 - 2008년 5.8%를 나타내던 매출액영업이익률이 2013년도에는 1.9%로 하락하였으며, 2014년도에도 2.2% 기록. 당기순이익률은 2008년 3.1%에서 2013년도에는 적자로 돌아섰다가 2014년에는 0.3%를 기록

3) 본고는 대한건설협회가 발간하는 「건설업경영분석」 자료를 기초 데이터로 한 것으로 2015년도 건설업 주요 재무지표는 2016년도 10월에 공표될 예정이라고 함.

- 특히 기업 구조조정의 지표로 활용되는 이자보상비율의 경우 2008년 387.4%이던 것이 지속적으로 하락하여 2013년 143.7% 기록. 2014년 소폭 상승하기는 하였으나 여전히 201.9%로 이는 금리 인하 및 동결에 따른 금융비용 부담 완화에도 불구하고 건설업체들의 영업이익 하락세에 의한 결과임을 시사
- 영업이익증가율을 기업 규모별로 보면, 대기업의 영업이익은 2014년 들어 큰 폭으로 회복되었으나, 소기업과 지방 업체의 경우 영업이익의 하락세가 지속적으로 심화됨.
 - 건설업 전체의 영업이익증가율은 2008년 7.7%를 기록하였다가 2013년에 -51.8%에서 2014년에는 14.1%로 회복되었으며, 대기업은 2008년 12.9%에서 2013년 -71.6%까지 하락하였던 것이 2014년에는 95.7%로 회복. 그러나 소기업의 경우에는 2008년 -7.4%에서 지속적으로 하락하여 2013년에는 -6.1%, 2014년에는 -81.7%를 기록
 - 지역별로는 서울 업체들의 경우 2008년 10.4%에서 2013년 -78.2%까지 하락하였던 것이 2014년에는 303.3%로 회복된 반면, 지방 업체들은 2008년 5.4%에서 2013년 -34.5%로 하락폭이 확대되었으며, 2014년에는 -52.8%로 영업이익 감소세가 더욱 심화

<표 1> 2008~14년 건설업 주요 재무지표 추이

(단위 : %)

연도	매출액영업이익률	당기순이익률	이자보상비율	부채비율	차입금의존도
2008	5.8	3.1	387.4	193.1	20.0
2009	5.2	1.7	294.2	169.1	21.6
2010	5.0	2.2	269.4	145.6	21.2
2011	4.1	1.4	227.1	147.1	22.0
2012	3.2	0.4	212.0	143.7	24.6
2013	1.9	-1.0	143.7	147.5	25.7
2014	2.2	0.3	201.9	143.1	23.6

자료 : 대한건설협회, 「건설업경영분석」, 각 연호

■ 부동산 경기 연착륙과 업계 경영 개선을 위한 정책 추진 필요

- 2015년 민간 부동산 경기 활황으로 137.5조원의 수주를 기록하였으나, 최근 부동산 경기가 다시 하향세를 보이고 있음.
 - 건설산업의 건전성이 완전히 회복되지 않은 상태에서 다시 건설 경기가 악화된다면 산업의 부실화가 초래될 위험이 있음. 따라서 부동산 경기의 연착륙과 함께 부실/부적격업체에 대한 선제적인 구조조정을 통해 산업의 건전성을 회복하는 정책 지속 추진 필요.

김민형(연구위원 · mhkim@cerik.re.kr)

영국 『건설산업 전략 2016~2020』의 주요 내용

- 역량 있고 모범적인 발주자로 거듭나기 위한 영국 정부의 노력 -

■ 영국 건설산업은 국가 경제 발전에 기여할 수 있는 가능성과 역량 보유

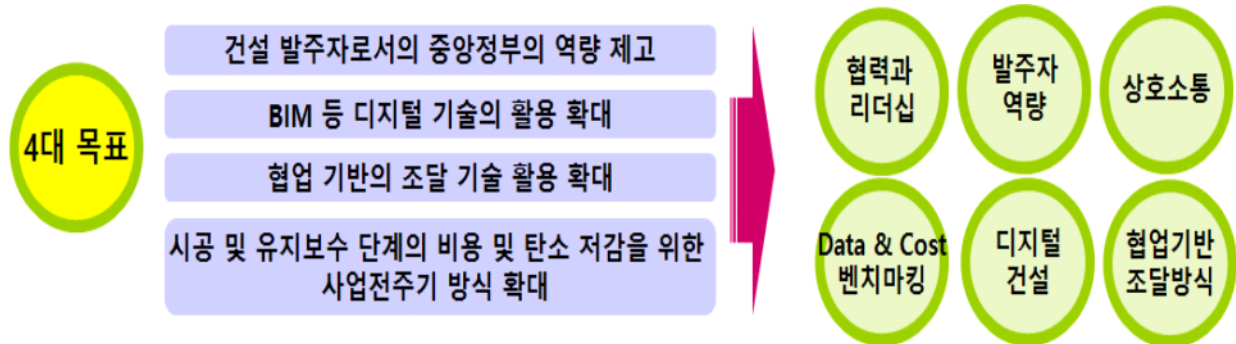
- 2016년 3월 영국은 중장기 경제 계획(long-term economic plan)의 일환으로 1,630억 파운드 규모의 국가 건설사업 계획을 발표함.
 - 1,630억 파운드 규모의 사업 계획은 정부와 업계를 포함하는 산업 관계자들에게는 기회이자 동시에 도전 과제일 수 있음. 특히 효율적인 비용 지출과 공기 준수가 이뤄지지 않는다면 효과적인 국민 세금 지출은 불가능함.
 - 영국 정부는 계획된 건설 사업들이 최고 가치와 품질 확보라는 목표를 달성할 수 있도록 생산성 제고 및 건설산업 발주자로서의 역량을 확보하기 위해 2011년 Government Construction Strategy(GCS)에 이은 2차 중장기 건설 전략을 지난 3월에 발표함.

■ GCS 2016-2020 : 사회 인프라 건설의 생산성 및 효율성 제고를 위한 중장기 전략

- 지난 GCS 2011-2015의 성과를 바탕으로 GCS 2016-2020에서는 건설 발주자로서의 정부 역량 제고와 모범적인 발주자로서의 역할 정립 등을 주요 목표로 하고 있음.
 - 또한 이번 전략은 건설 생산성 제고를 통해 인플레이션 압력이 커진 시장에서 정부가 효과적으로 대응 전략을 수립하는 데에도 도움을 줄 것으로 기대됨.
- GCS 2016-2020은 크게 4개의 목표(principal objectives)와 6개의 전략 요인(strategy priorities)들과 세부 실행 계획(action plans)으로 구성됨.
 - 4개의 목표는 1) 건설산업의 주요 발주자로서의 중앙 정부의 역량 제고, 2) Building Information Modeling(BIM) 등을 포함하는 디지털 기술 활용 확대, 3) 협업 기반의 다양한 조달 기술의 활용 확대, 4) 시공 및 유지 보수 단계의 비용 및 탄소 저감을 위한 사업전주기 방식 확대임.
 - 6개의 전략 요인은 1) 협력과 리더십(collaboration and leadership), 2) 발주자 역량(client capability), 3) 데이터와 비용 벤치마킹(data and cost benchmarking), 4) 디지털 건설산업(digital construction), 5) 상호 소통(communication), 6) 협업기반 조달방식(collaborative procurement)임.

- 세부 실행 계획에는 전략 요인별로 달성해야 할 목표와 일정이 포함된 마일스톤 및 성과측정 방법이 포함되어 있음.

<그림> Government Construction Strategy 2016-2020의 목표와 전략 요인



■ GCS 2016-2020 : 산업 참여자간의 협력을 근간으로 하는 실행 전략

- 영국의 건설산업 혁신은 ‘Constructing the Team(Latham 1994)’ 과 ‘Rethinking Construction (Egan 1998)’ 에서 ‘Construction 2020’ 에 이르기까지 산업 참여자간의 협력을 근간으로 하고 있음.
 - 중앙 정부 부처의 실무자와 공공 및 민간 건설 산업 분야의 전문가로 구성된 워킹 그룹(working group)과 신설 조직인 전략 수행 그룹(strategic delivery group) 그리고 정부 건설 위원회 (government construction board)가 GCS 2016-2020의 실질적 시행 주체임.
 - 정부와 산업계의 전문가로 구성된 워킹 그룹에서는 주요 전략 요인별마다 달성 목표에 따른 구체적인 실행 방안과 성과 측정 방법 등을 수립하는 역할을 담당함.
 - 신설된 전략 수행 그룹은 워킹 그룹의 기능과 역할 등을 조정하고 진행 상황을 정부 건설 위원회에 보고하는 역할을 담당함.
 - 2011년 공식 기관으로 승격된 정부 건설 위원회는 GCS 2016-2020 수립과 시행에 관한 총괄 감독 역할을 수행하고 결과를 내각 사무처(cabinet office)에 보고함.

손태홍(연구위원 · thsohn@cerik.re.kr)

4차 산업혁명과 노후 인프라

올 1월 개최된 다보스포럼 주제 중 하나가 ‘제4차 산업혁명과 고용의 미래’였다. 클라우드 기술, 빅데이터 등의 과학기술이 4차 산업혁명을 주도하며, 이로 인해 향후 산업구조와 고용시장은 극심한 변화를 겪을 것이라고 전망했다.

4차 산업혁명을 선도하는 대표적 사례로 독일의 인더스트리 4.0, 미국의 산업 인터넷, 일본의 로봇 신전략, 중국의 제조 2025계획 등이 거론된다. 구글, 애플 등의 초대형 디지털 기업뿐 아니라 지멘스, GE 등의 전통적인 최강 제조업체도 사물인터넷과 만물인터넷(IoE), 빅데이터, 인공지능을 엮어내는 새로운 산업혁명을 이끌고 있다. 이들 전략의 공통점은 IoT와 인공지능(AI)을 지렛대 삼아 경제 시스템과 산업 구조를 최적화하고, 사이버 세계(디지털 세계)와 물리적 세계(현실 세계)를 네트워크로 연결해 지능형 통합 시스템(CPS : Cyber Physical System)을 구축한다는 것이다.

즉 초소형 컴퓨터를 탑재한 하드웨어(센서)가 다른 하드웨어와 연결되어 방대한 데이터와 정보를 창출하고 축적해 ‘현실 세계의 디지털화’가 구현된다. 이 빅데이터와 정보가 유·무선 네트워크를 통해 클라우드 서버에 연결되고 인공지능으로 하드웨어 자체가 고도의 판단과 자율 제어가 가능해지는 ‘디지털 세계의 지능화’가 이루어진다. 초(超)연결 현실 세계와 빅데이터 해석 역량이 강화된 사이버 세계의 유기적 복합 시스템(CPS)이 운용되면 미래 불확실성이 감소되고 합리성이 증대된다. 이에 따라 사회 시스템의 통제 가능성이 확장

되면서 산업구조와 삶의 방식이 달라지는 ‘지능화 시스템의 사회적 탑재와 적용’의 시대가 도래한다.

도시화율이 90%가 넘는 한국에서 인프라 시설물은 도시의 중요한 하드웨어다. 제4차 산업혁명 시대의 도시는 스마트시티로 성격지어질 것이다. 스마트시티의 인프라 시설물은 디지털화·지능화된 사회 시스템의 한 요소다. 노후 인프라는 이 범주에 속한다. 서울시가 계획 중인 약 4,000km의 노후 하수관로 성능 개선 프로젝트에 센서를 장착한 하수관로를 설계 개념으로 채택해야 하는 당위성이 여기에 있다. 즉 현실 세계의 현상을 지속적으로 모니터링하는 센서를 장착하는 것이 스마트시티 도시 전략의 가장 초보적이고 핵심적 과제다.

서울시 하수도 시설물에 누수가 발생하면 해당 공무원에게 사고 통지와 발생 지점의 지형 정보가 제공된다. 동시에 하수도 시설물관리 시스템은 누수 발생 하수관로 지역의 강우 조건, 지반 상태, 누수 현상 등을 종합적으로 판단하여 오염 지역 확산을 예측하고, 이에 따른 대응 방안(솔루션)을 제공한다. 이것이 바로 지능화된 하수도 시설물관리 시스템으로 인공지능의 한 사례다. 최소한 하수도공학, 환경공학, 구조공학, 수문학, 지반공학 등의 전문가가 참여하여 융복합 솔루션을 만들어야 한다. 이러한 인공지능은 4차 산업혁명 시대 인프라 관련 산업의 핵심 역량이자, 건설산업의 미래 먹거리가 될 것이다.

이영환(연구본부장 · yhlee@cerik.re.kr)