

## 국내외 건설사업관리분야 연구 동향분석



강인석 경상대학교 토목공학과 교수  
박호병 경상대학교 토목공학과 석사



### 1. 건설사업관리 연구동향 분석 방법

국내에서 건설사업관리 (CM)분야의 연구문헌이 활발하게 발표되기 시작한 시기는 2000년에 한국건설관리학회가 창립되고 학회지와 논문집 발간이 시작된 시점부터이다. 2000년 이전에는 대한토목학회와 대한건축학회 등의 논문집을 중심으로 관련 연구논문들이 발표되기도 하였으나, 2000년 이후부터 관련 문헌들이 양적으로 대폭 증대되었다.

CM분야의 연구문헌 분석을 위해서는 CM의 연구분야 분류가 필요하며, 이를 위해 본고에서는 CM분야 연구 주제분류를 시도하고 있다. 분류기준은 본 연구에서 구성한 주제분류코드체계에 따라 대분류, 중분류, 소분류로 나누어지며 분류항목에 따라 체계적으로 분류하기 위하여 고유코드를 부여한다.

분류된 주제별로 5년 (2003년~2007년)간 한국건설관리학회, 대한토목학회, 대한건축학회 논문집 및 ASCE 등 해외 논문집 4종에 게재된 CM관련 논문자료를 분석하며, 취합 가능한 일부 대학의 학위논문들을 추가로 분석한다.

분류된 자료를 바탕으로 국내외의 CM연구 현황을 비교·분석하며, 분류된 수집 자료의 각 항목별 비율(%)과 연도별 항목비율(%)을 도출한다. 도출된 그래프로 국내외 CM연구의 현황을 파악할 수 있으며, 연도별 CM분야 연구현황의 비교 및 분석이 가능할 수 있다.

마지막으로 총 2,000여 편의 국내외 CM연구 자료를 비교 분석한 결과를 바탕으로 향후 국내 연구 활성화를 위한 개선 사항을 제시한다.

### 2. CM분야 연구 주제 분류 구성

본고에서는 체계적인 CM분야의 주제별분류를 위해 기존에 발표 또는 사용 중에 있는 국내외 건설정보분류체계의 CM분야 코드를 참고하여 그림 1과 같이 CM분야 주제분류 코드체계를 구성하고 있다.

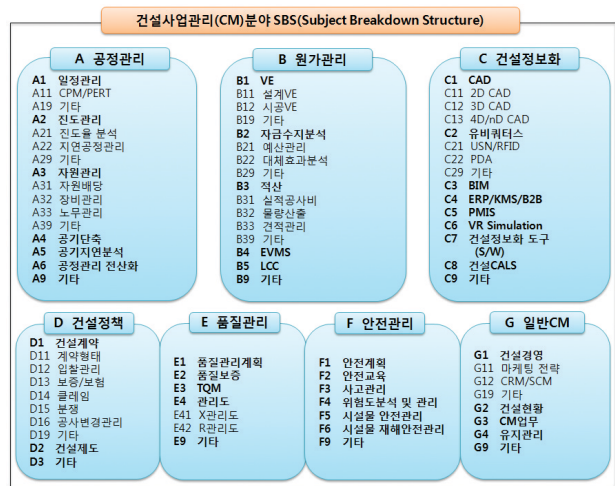


그림 1. CM 주제분류 코드체계

CM주제분류코드에서 가장 상위 레벨인 대분류 항목은 알파벳 대문자 [A~G, A 공정관리, B 원가관리, C 건설정보화, D 건설정책, E 품질관리, F 안전관리, G 일반CM] 코드를 부여하고 있다. 공정관리 등 전문화된 CM영역이 아닌 일반적인 건설경영 및 일반적인 CM업무 등은 'G 일반CM'에 분류되어 있다. 중분류는 CM이 적용되는 대분류 주요업무의 각 항목별로 세부적인 업무사항으로 구성하였으며, 대분류 항목의 원활한 수행을 위한 핵심 업무로써 [A1~G9] 코드체계

로 43개의 세부항목을 포함한다. 소분류는 중분류의 세부항목들에 대한 상세항목에 해당하며, 프로젝트 관리방법이나 공사에 투입되는 인력, 장비, 자원관리를 총괄하는 업무들에 대한 40개의 상세업무항목으로 [A11~A19, A21~A29, ..., G11~G19]의 코드체계로 분류표를 구성하였다.

### 3. CM 주제별 연구동향 분석대상 설정

국내 CM분야의 주제별 연구동향을 분석하기 위해 5년간 한국건설관리학회, 대한토목학회, 대한건축학회 등의 논문집에 게재된 CM관련 논문자료와 CM관련 연구실의 석·박사 학위논문 일부를 본 연구의 분석대상으로 하고 있다.



그림 2. 국내 CM 연구자료 조사

그림 2와 같이 한국건설관리학회의 경우 5년간 309편의 연구 자료로 가장 많이 발표되었음을 알 수 있으며, CM 실무적용이 많은 건축공사 위주의 연구 자료가 대한건축학회 논문집에 295편 발표되었음을 알 수 있다. 이에 비해 토목학회는 77편의 논문 게재로 낮은 비율을 차지하였다. 국내 대학의 CM관련 연구실은 배출된 학위논문의 취합이 가능한 19개 연구실을 대상으로 건축관련 석사학위 논문 195편, 박사학위 논문이 21편으로 총 216편이 발표 되었으며, 토목관련 석사학위 논문 53편, 박사학위 논문 6편으로 59편의 총 275편이 조사되었다.

해외 CM분야별 연구동향을 분석하기 위해 국외의 영향력 있는 저널 4개를 대상으로 논문의 주제 분야별 비율을 분석한다. 이를 위해 건설정보화 및 자동화 분야의 전문 저널 Automation in Construction과 미국토목학회(American

Society of Civil Engineering)의 CM관련 주요 저널인 Journal of Construction Engineering and Management, Journal of Computing in Civil Engineering, Journal of Management in Engineering에 2003년~2007년까지 게재된 논문 총 1,096편에 대해 주제별 연구동향 분석을 시도하였다.

### 4. 국내 CM주제별 연구동향 분석

국내 문헌자료 총 956편을 본 연구에서 제시한 주제 분류 체계로 대분류-중분류-소분류 수준으로 분류하였다. 그림 3은 전체 논문 분포도를 나타낸다. 대분류 기준 7개 중 일반적인 건설사업관리나 유지관리, 건설경영 및 현황을 연구하는 일반CM 분야의 논문수가 314편으로 국내 CM관련 논문 전체의 32.85%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 다음으로 공정관리분야 169편(17.68%), 원가관리분야 164편(17.15%), 건설정보화분야 129편(13.49%), 안전관리분야 82편(8.58%), 건설정책분야 78편(8.16%), 품질관리분야 20편(2.09%)의 순으로 대분류 항목 비율을 나타내고 있다. 일반CM분야가 다른 CM분야 항목에 비해 높은 비율을 차지하고 있는 것은 CM의 효율적인 활성화와 국내 CM의 개선을 위한 연구가 다양한 분야에서 수행되고 있음을 의미한다.

반면 품질관리는 전체 논문대비 2.09%의 낮은 비율로 국내 품질관리관련 연구가 미흡한 것으로 나타나고 있다. 품질관리는 건설공사의 안전관리문제로까지 확대될 수 있으므로 향후 해당 연구 분야의 지속적인 연구와 관심의 증대가 요구된다.

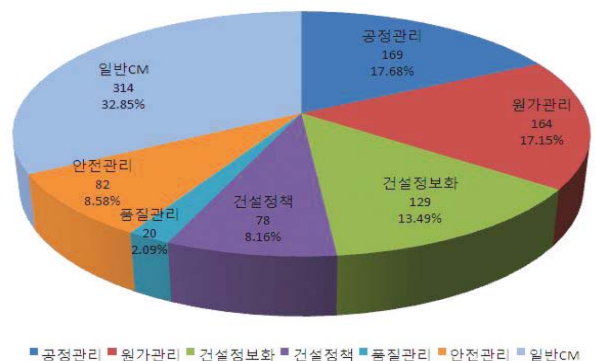


그림 3. 국내 CM분야 대분류 비율

그림 4는 좌측에 대분류코드 주제별로 연구문헌 구성 비율을 표현하고 있으며, 우측에 대분류코드 내의 중분류코드 주제별 연구문헌 구성 비율을 상세히 표현하고 있다.

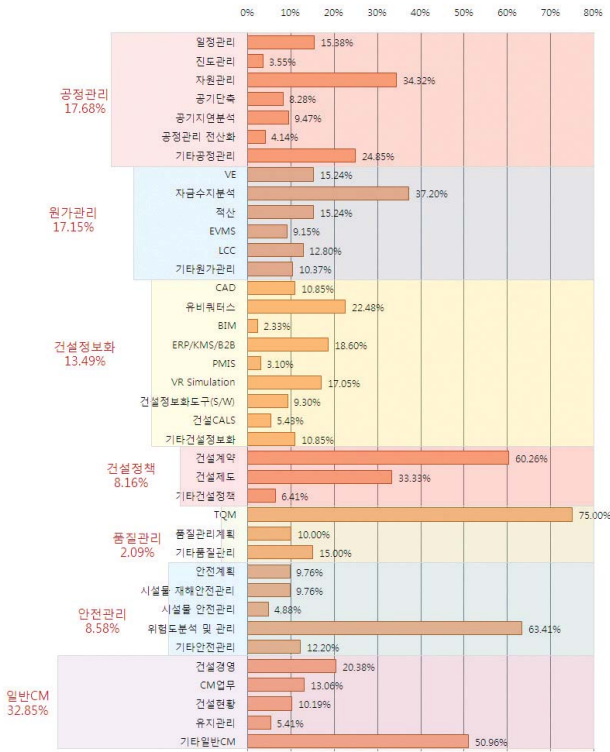


그림 4. 국내 CM분야 대분류 및 중분류 비율

예로서 대분류코드 전체에서 공정관리주제의 연구문헌 비율은 17.68%를 차지하고 공정관리의 세부 주제 분류코드는 전체 비율 100%를 기준으로 진도관리가 3.55%로 가장 낮은 비율을 차지하고 있으며, 자원관리가 34.32%로 공정관리 중 가장 높은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다. 주제 분류 코드에서 일부 중분류코드는 하위수준의 상세분류가 곤란하

여 소분류코드를 갖지 않는 분류항목이 있으며, 나머지 주제 분류항목들은 소분류수준까지 범위가 확장, 구성되어 있다. 그림 4에서는 CM 대분류주제 및 중분류주제별 전체적인 연구동향을 파악할 수 있다.

중분류에서는 일정관리가 중분류 항목들 중에서 6.82%를 차지하고 있으며, 세부항목인 PERT/CPM 주제는 일정관리 분야에서 26.92%를 차지하고 있다. CM업무의 중분류코드에서 가장 많은 연구가 진행 중인 분야는 마케팅전략을 포함하는 건설경영분야(16.8%)이고, 반면에 진도율분석을 포함하는 진도관리분야(1.57%)의 연구가 미흡한 것으로 분석되었다.

수년간 정보기술의 발달 추세로 네트워크 환경이 활성화됨에 따라 건설 산업에도 유비쿼티스 위주의 USN/RFID, PDA활용 연구가 증가하고 있으며, 4D/nD CAD, VR Simulation, BIM 등의 건설정보화기술 논문의 비중 또한 높은 것으로 나타났다. 이에 비해 시설물 안전관리에 직접적인 영향요인이 되는 품질관리에 관한 연구는 미흡한 것으로 분석되고 있다.

그림 5는 조사된 956편의 국내논문들을 대분류-중분류-소분류 수준으로 통합하여 주제별로 연구문헌의 분포비율을 표현한 것이다.

### 5. 국외 CM 연구주제별 연구동향 분석

국의 문헌자료에 대해서도 총 1,096편을 본 연구에서 제시한 주제 분류체계로 대분류-중분류-소분류 수준으로 분

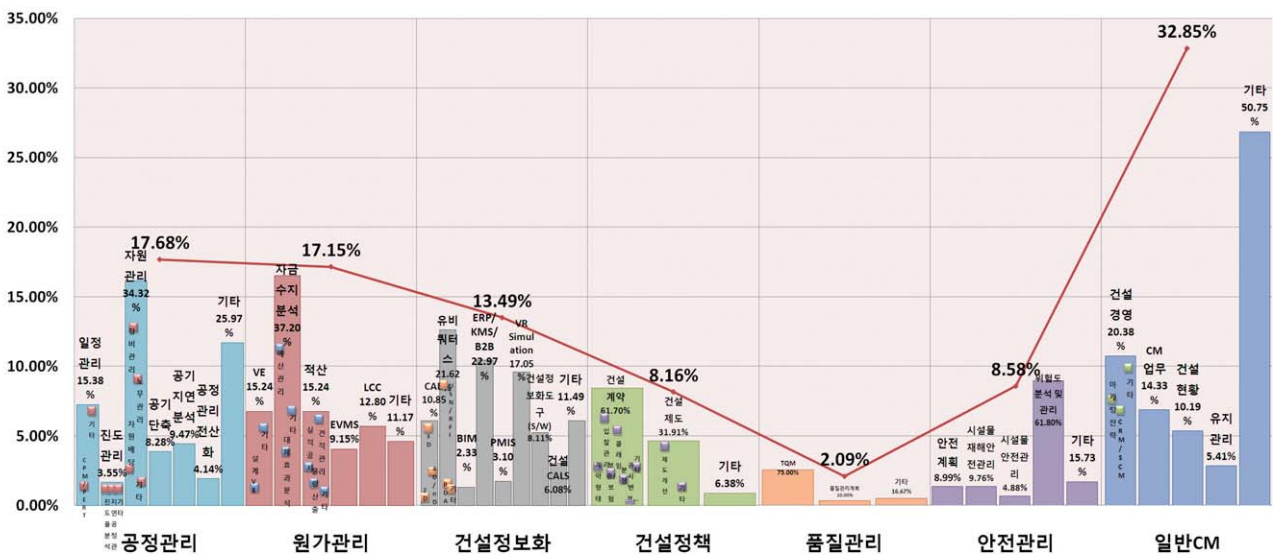


그림 5. 국내 CM분야별 연구현황



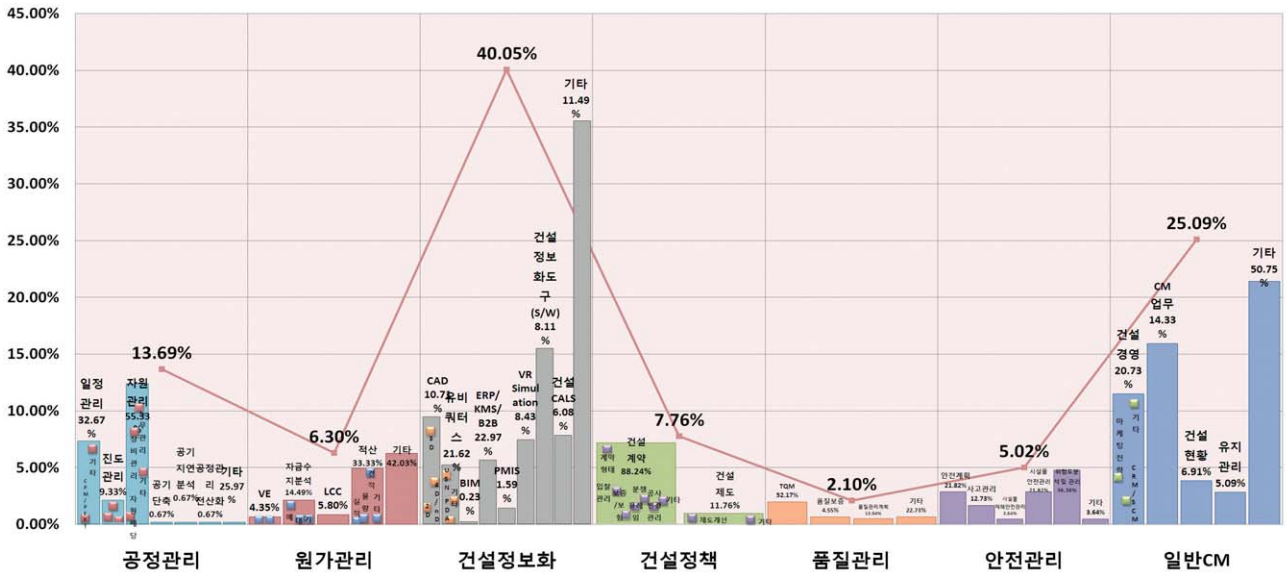


그림 6. 국외 CM분야별 연구현황

류하였다. 대분류 범위의 논문 구성 비율을 분석한 결과 전체 7개의 대분류 중 건설정보화 분야의 논문수가 439편으로 전체논문 대비 40.05%의 비율을 차지하고 있다. 다음으로 일반 CM분야 272편(25.09%), 공정관리분야 150편(13.69%), 건설정책분야 85편(7.76%), 원가관리분야 69편(6.30%), 안전관리분야 55편(5.02%), 품질관리분야 23편(2.10%)의 순으로 논문의 대분류 주제 범위 비율을 나타내고 있다. 건설정보화 분야의 논문이 많은 것은 건설정보화 전문 저널인 Automation in Construction(286편)과 Journal of Computing in Civil Engineering(166편) 저널에 제출된 논문의 비율이 타 CM관련 저널에 비해 다수의 논문이 게재되었기 때문으로 판단된다.

반면 품질관리분야는 전체 논문대비 2.1%에 불과하며 이는 국내와 비교할 경우 큰 차이를 보이고 있지 않아 국내 및 국외의 품질관리관련 연구가 상대적으로 미흡한 것으로 나타났다으며, 향후 이들 연구 분야의 지속적인 투자 및 관심의 증대가 요구되고 있다.

그림 6은 조사된 총 1,096편의 국외논문들을 대분류-중분류-소분류 수준으로 통합하여 주제별로 연구문헌의 분포 비율을 표현한 것이다.

앞서 분석한 바와 같이 국외논문 중 건설정보화부분(40.05%)의 논문 비중이 높은 것으로 나타났으며, 이는 국내외를 막론하고 정보화기술의 발달로 인하여 건설 분야 정보화도구 적용기법이 다양화되고 있음을 의미하고 있다. 기존의 전통적인 건설관리기법들이 최근에는 정보화도구들과

연동되어 활용되고 있으므로 사실상 정보화분야의 연구는 공정관리 및 원가관리 등의 분야와 중복된다고도 볼 수 있다. 이러한 사례는 4D CAD 관련 연구들이 대부분 공정관리 기법과 연동되는 연구들인 점에서도 파악될 수 있다.

### 6. 국내외 CM주제별 연구 집중도 분석

그림 7은 연구 주제 대분류를 근거로 국내외에 게재된 CM관련 논문 총 2,046편(국내:956편, 국외:1,096편)의 연도별 연구동향 추이를 그래프로 분석한 것이며, 국내외 연구 주제별 연구동향의 2003년~2007년 연도별 변동추이를 확인함으로써 주제별 연구의 흐름을 확인할 수 있다.

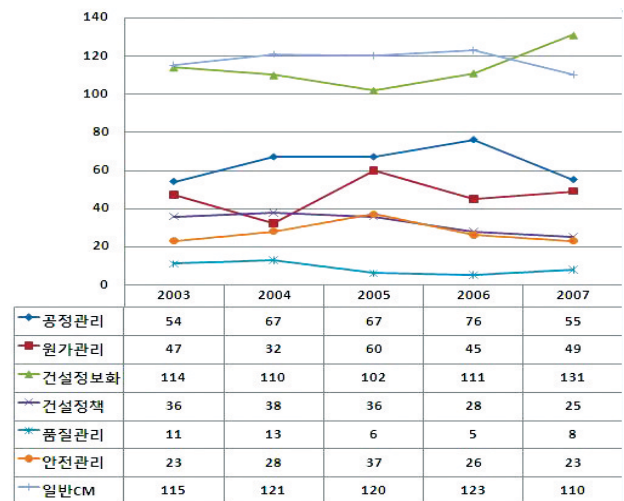


그림 7. 국내외 연도별 CM연구현황 (대분류기준)

그림 7에서와 같이 국내외에 게재된 논문의 구성 비율을 볼 때 일반CM 분야와 건설정보화 부분의 비율이 매년 높은 것으로 나타나고 있다. 품질관리나 안전관리 및 건설정책의 논문비율은 논문의 타 주제 분류기준에 비해 낮은 비율을 보이고 있다. 원가관리부분과 공정관리부분은 연도별 변동이 크며, 원가관리부분은 2004년~2005년까지 연구건수가 급격히 증가하였다가 2005년 이후 감소추세를 보이고 있다. 공정관리부분은 전반적으로 논문건수의 변동이 적으나 2006년 이후 급격하게 감소한 것을 알 수 있다.

국내외 통합논문 건수에서 건설정보화 부분은 2003년~2005년까지 소폭 감소한 추세를 보이다가 2005년부터는 꾸준한 증가세를 나타내고 있다. 이는 최근 유비쿼터스 기술의 도입, 건설프로세스 지원을 위한 관련 시스템 개발, 3D CAD의 활용성 증대, VR Simulation의 건설업 적용, 4D/nD CAD에 의한 건설관리 프로세스 개선 및 BIM의 도입에 따른 연구 수행사태가 증가하고 있기 때문이며, 실무적으로 이러한 기술을 활용하기 위한 다양한 연구과제의 개발 및 국가적인 지원과 기업 내부의 적극적인 개발 노력에 기인한 것으로 판단된다.

국내외의 경우 가장 높은 비율을 나타내는 일반CM 관련 논문들이 꾸준히 감소하는 경향을 보이고 있다. 이러한 요인은 절대적인 논문수의 감소보다는 전체 CM논문에서 건설정보화 등의 새로운 분야 논문들이 점차 증대되고 있음에 기인한 것으로 판단된다.

국외 연도별 추이 분석을 위해 국내외의 게재논문을 통합한 연도별 연구 주제분류의 동향에서 그림 8과 같이 국외부분 연도별 연구동향 추이를 별도로 구성하였다. 국외의 경우 국내와 달리 건설정보화 분야의 논문게재 건수가 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이는 건설 CM 프로세스를 지원하기 위한 다양한 형태의 건설정보화도구 개발의 시도가 있는 것으로 파악되고 있으며, 국내대비 건설정보화 관련 전문저널의 수가 많은 것도 한 이유가 될 수 있다.

일반CM 분야는 2003년~2005년까지 지속적으로 증가하다가 2005년을 정점으로 2007년까지 감소추세를 보이고 있다. 이러한 추세는 건설정보화 분야의 논문게재 건수와 반대되는 형태를 보이고 있다. 특히 건설정책, 품질관리, 안전관리 부분은 비슷한 비율의 추이를 보여주고 있으며 서로 변동 폭이 크지 않다. 그러나 원가관리부분은 변동 폭이 크며 연도별 제출건수도 많지 않은 것으로 나타났다. 이와 같이 국내와 비교할 경우 건설정보화의 비중이 상대적으로 높은

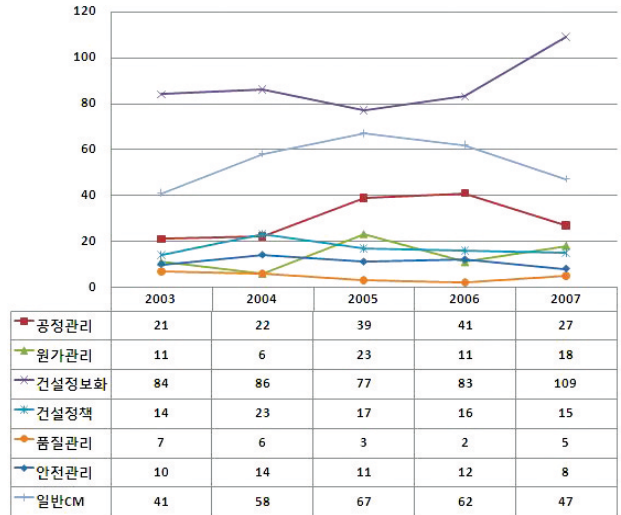


그림 8. 국외 연도별 CM연구현황 (대분류기준)

비율을 나타내고 있으며 건설정책, 품질관리, 안전관리 관련 논문게재 비중은 유사한 범위를 보이고 있다. 국외도 품질관리 및 안전관리부분에 대한 연구대상의 발굴과 국가적인 R&D 지원이 필요한 것으로 판단된다.

그림 9는 연구 주제 분류의 대분류 기준에 근거하여 국내 및 국외의 논문 게재비율을 상호 비교·검토한 내용이다. 이를 통해 국외 대비 국내의 취약한 연구 분야, 비슷한 수준의 연구비율을 갖고 있는 연구 분야의 파악이 가능하다.

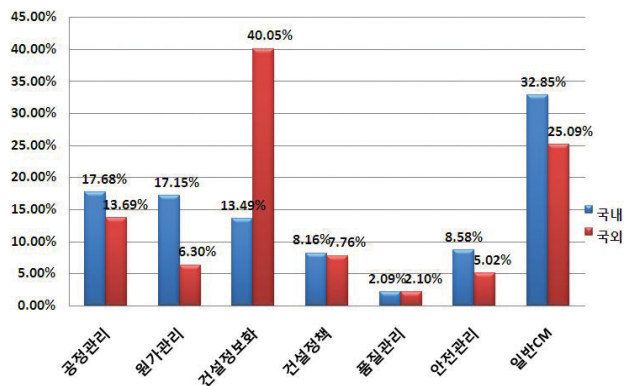


그림 9. 국내외 연구주제 대분류 비교

국내외의 주제별 연구동향을 비교해 보면 상대적으로 국내 건설정보화부분에서의 논문게재 비율이 취약한 것으로 나타나고 있다. 또한 국내의 공정관리, 원가관리, 안전관리 및 일반CM 부분의 비율은 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 건설정책이나 품질관리부분은 비슷한 게재비율을 보이고 있다. 건설정보화부분은 국외와 비교시 취약 연구부분

임을 보여주고 있으며 품질관리, 안전관리 부분은 국내외 모두 많은 투자가 요구되는 분야임을 파악할 수 있다.

### 7. 석사학위 논문 분야별 비교분석

석사학위 논문들은 국내 19개 대학교 연구실에서 동일한 기간인 5년간 배출된 논문들을 대상으로 분야별 연구 빈도를 분석하였다. 대상논문의 편수를 고려하여 공정/원가관리를 하나의 분류항목으로 나누었으며, 품질/안전/리스크, VE/LCC를 하나의 분류항목으로 취합하였다. 또한 여러 세부항목을 많이 포함하고 있는 몇 개의 분류항목은 대부분수준으로 비율을 나타내었으며, 나머지 분류항목은 중분류수준으로 나타내었다. 취합된 논문들은 분석을 위해 인터넷 등으로 취합가능한 논문들을 대상으로 하였으므로 전체 배출 성과를 대표할 수는 없으나, 전반적인 학위논문의 연구 성향을 파악할 수 있다.

그림 10과 같이 대상논문 248건 중 46건이 건설프로젝트의 공정관리 및 원가관리에 집중되어 있으며, 건설정보화 분야가 많은 부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 또한 일반적인 건설경영 및 CM업무에 관련된 일반CM분야에서 친환경건설이나 재건축사업, 시공성분석 등의 분야 비율이 높은 것으로 나타났다. 종합적으로 국내 석사학위 논문의 분야별 항목비율순위는 국내 CM연구분야별 항목 순위와 유사하게 파악되었으며, 이는 국내의 CM관련 연구들이 실무 연구 사례보다는 학계에 의한 연구성과들이 대부분 차지하고 있는 것으로 평가된다. 향후 CM 적용이 확대되면서 실무적 연구사례들도 더욱 증대될 것으로 예상된다.

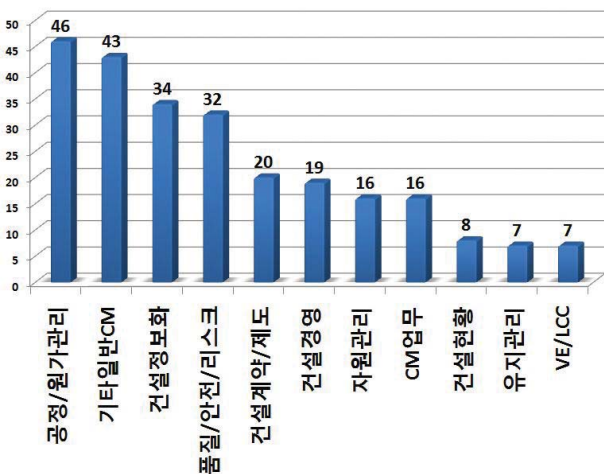


그림 10. 국내 석사학위 논문 분야별 빈도

### 8. CM분야 연구 활성화 방안

국내 CM사업의 점진적인 활성화와 함께 관련연구들도 다양한 분야에서 점차 확대되고 있다. 이러한 연구들이 지속적으로 활성화되기 위해서는 일부 미흡한 연구 개발환경이 현재보다 개선될 필요가 있다.

최근 국내외적으로 정보화도구의 급속한 발달로 건설정보화기술 역시 빠르게 변화되고 있으며, CM분야에서 건설정보화 관련 연구도 점차 증대되고 있다. 이러한 추세로 관련 대표적 해외 저널 중의 하나인 “Automation in Construction”과 “Journal of Computing in Civil Engineering” 등의 전문 논문집에 건설정보화 관련 논문들의 게재율 역시 증대 되고 있다. 이러한 경향은 국내에서도 유사하여 최근 건설관리학회 등의 논문집에 정보화관련 논문들이 다수 게재되고 있다. 그러나 국내의 CM분야 논문집은 건설관리학회 논문집을 중심으로 대한토목학회 및 대한건축학회 논문집에 게재될 수 있으며, 이러한 논문집은 CM의 전문분야별 특성을 고려하지 않은 통합논문집으로 구성되어 있다. 향후 중장기적인 CM분야의 연구논문이 더욱 활성화를 고려하면 논문의 전문 분야별 질적 향상을 위해 정보화분야를 포함하여 전문성이 확보된 CM논문집의 세분화가 고려될 필요가 있다.

본 연구에서는 대학의 토목 및 건축공학과 중 학위논문이 많이 배출되는 대표적인 수 개의 연구실을 대상으로 5년간 주제별 배출현황을 분석하였으며 조사된 석·박사 학위논문 수는 275편이다. 조사된 학위논문들은 앞서 기술한 항목별 분석항에서 분야별 논문집 논문들과 통합 분석되어 있다. 학위논문 수는 제한적 조사에 의한 것이므로 CM분야 전체로 확대적용 하기는 곤란한 부분이 있다. 학위논문들의 연구내용은 요약문만으로 파악이 가능하므로 이러한 부분이 체계적으로 데이터베이스화되어 제시된다면 동 분야 연구생들에게 유용한 연구 활성화 도구가 될 수 있다.

### 9. 맺음말

그림 11은 유럽지역 정보화분야 전문가들 30인 모여 작성한 2030년 기준의 건설정보화분야 R&D 로드맵을 표현하고 있다. 로드맵에서는 건설 프로젝트의 기획, 설계, 계약, 시공, 유지관리 생애주기 동안에 건설환경변화, 가상현실적용, R&D 주도 분야 등을 예상하여 표현하고 있다.



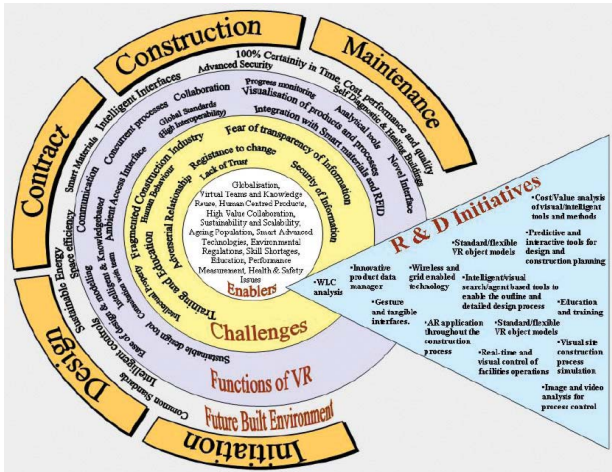


그림 11. 건설정보화분야 R&D 2030 로드맵

최근 수년간 국내 학계와 업계 등에는 CM분야 전문가들이 양적으로 증대되었고 CM산업의 수요도 지속적으로 증대되고 있다. 이러한 점을 고려하면, 지난 10년보다 향후 10년 동안의 CM분야 연구와 관련 문헌들은 더욱 활성화될 것임을 예상할 수 있다.

이러한 시점이라면 국내에서도 국내의 특성에 적합한 CM 연구 R&D 로드맵이 작성되어 체계적인 이론적 정립과 함께 실무적 활용계획이 뒷받침되어야 한다. 이와 함께 정부와 학회차원의 CM분야 실무적 Best Practice/Worst Practice 맵을 구축하여 학계와 업계 등에서 참조할 수 있는 유용한 정보원 구성도 필요한 시점이다.

본 연구에서는 일정기간동안 제한된 논문들을 대상으로 분석하였으므로, 논문집과 수록기간을 확대하면 다소 상이한 분석결과도 예상할 수 있다. 그러나 국내외의 대표적 논문집 등을 기준으로 하였으므로 분석결과는 CM분야의 관련 연구동향을 종합적으로 파악하는 정보로 활용될 수 있을 것이다.

본고의 CM 연구분야별 연구 집중도 분석은 수년전의 자료들을 바탕으로 분석된 것이기는 하나, 일반 CM이론분야에서의 연구추세는 큰 변화가 없을 것으로 판단된다. 그러나 정보화분야에서는 최근 BIM연구들이 활발히 수행되고 있는 점과 수년간 건설업계의 BIM적용 관심도 증대 등으로 관련 연구문헌도 많은 양이 발표되고 있다. 향후 CM분야의 연구에서도 BIM, 자동화 등의 각종 정보화 연구문헌은 증대될 것으로 기대된다.

이와 함께 최근의 연구들은 단일 학문이 아닌 융복합 학문

추세로 발전되고 있으므로, CM의 응용분야는 IT, NT, ET, ST 기술에 근거한 소재, 기계, 전기, 산업공학 등과 융합 연구가 활발히 진행될 것이다. CM의 전통적 이론분야도 경영, 회계, 부동산학 등과 연계된 융합 연구들이 증대될 것으로 기대된다.

(본 고의 내용은 “주제분류코드에 의한 건설사업관리 기술분야별 연구현황분석 (한국건설관리학회 논문집 2010년 1월)” 논문을 재구성한 것입니다.)

### 참고문헌

1. 강인석 · 광중민 · 박홍태 · 김창학(2001). “CM 업무분할 코드체계(BBS)의 구성 및 웹기반 활용시스템 시안”, 대한토목학회 논문집 제21권 2호
2. 강인석, 박호병외, 주제분류코드에 의한 건설사업관리 기술분야별 연구현황분석, 한국건설관리학회 논문집 2010년 1월
3. CCIR Research Team (2006), VR-ROADMAP: A Vision for 2030 in Built Environment, University of Teesside, UK

· 강인석 e-mail : lskang@gnu.kr