

암센터 의료시설의 설계변경과 하자보수의 감소를 위한 중점 관리공사 분석

A Priority and Impact Factor Analysis of Construction Management Tasks for Decreasing Change Orders and Defect Repairs in Cancer Treatment Center Projects

이 치 주*
Lee, Chijoo

이 강**
Lee, Ghang

심 재 광***
Sim, Jaekyang

Abstract

The complexity of constructing medical institutions is higher than that of general buildings, and many change orders in the design and defect repairs in the construction phase are required due to strict government regulations. The priority control of constructions and impact factors of medical institutions were analyzed in this study, and difficulties in the control in the design and construction phase were identified. First, the priority management factors that were identified were as follows: architecture, facilities, and electricity. Second, 1) priority management in constructions and factors resulting in change orders and 2) priority management in constructions involving defect repair were analyzed. Third, the importance recognized by the construction managers were analyzed. The priority management in constructions and factors that were recognized by the construction manager were deducted as having low importance, although there were many change orders and defects. The work of finishing, wall building, joining, office automation and communication function, and lighting were analyzed in the design phase, and waste, the office automation and communication function, ceilings, contamination control, and plumbing were analyzed in the construction phase. The results showed that there will be a decrease in change orders and defects if the concentration of the manager was elevated and priorities were managed.

Keywords : *medical institutions, medical space, medical equipment, design change order, repairing defects*

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

의료시설은 일반적으로 병동과 외래, 중앙 진료, 그리고 공급 및 관리부문과 같이 각각의 독립성이 강한 공간으로 구성되어 있으므로, 일반 건축물과 달리 건축물의 구성 부문에 따른 역할의 차이가 분명하다. 또한 동일한 구성부문에 속하더라도 각 실(室)의 특징에 따라 다른 특징의 의료장비가 적용된다.

따라서 의료시설은 일반 건축물과 다른 관점에서의 설계 및 공사의 관리방법이 필요하다.

하지만, 의료시설에 대한 선행연구들은 의료시설의 에너지 효율성(김민휘 외 2009, 박화춘과 정모 2009, 임영환과 유연수 2010)과 의료시설의 설계 및 건설 경향(최광석 2002, Uhlik and Hinze 1998), 의료시설 관리 시스템(Chi, Street et al. 2008), 의료시설에서의 시설관리(FM, Facility Management)의 역할, 그리고 의료시설의 리노베이션 및 리모델링(김동재 외 2010, 이필순과 박재승 2003,

* 종신회원, 연세대학교 건축공학과, 공학박사, news3749@gmail.com

** 종신회원, 연세대학교 건축공학과 부교수, 공학박사(교신저자), glee@yonsei.ac.kr

*** 일반회원, 연세대학교 대학원 건축공학과 박사과정, jk.sim@samsung.com

Vaska, Chan et al. 2009)에 대한 연구가 대부분이었다. 본 연구의 주제인 의료공간의 복잡성과 의료장비를 대상으로 분석한 선행연구들도 있었지만 (김광문 외 2000; 김덕수 2005; 김영 외 2003; Price and Lu 2012; Sherif 1999), 본 연구의 목표와 차이가 있었다. Sherif (1999)는 의료시설의 건설에서 고려하여야 하는 요인들을 분석하였지만, 경제 기술 사회문화적 요인들을 주요 대상으로 선정하여 분석한 차이점이 있다. 의료시설의 복잡성을 위한 공간계획을 분석한 선행연구들 (김광문 외 2000, 김덕수 2005, 김영 외 2003, Price and Lu 2012)은 공간의 복잡성을 계획적 측면에서만 분석하고, 공간의 역할 및 기능의 측면에서 의료시설에 설치된 설비 및 시스템과 의료장비에 대해서는 분석하지 않은 것이 본 연구와의 주요 차이점이다.

본 연구에서는 의료시설 공사에서 적용할 수 있는 중점 관리공사와 요인들을 도출하고, 분석하고자 한다. 분석결과는 그림 1과 같이 ① 설계변경과 하자보수가 모두 높은 경우와 ② 모두 낮은 경우, ③ 설계변경의 중요도만 높은 경우, 그리고 ④ 하자보수의 중요도만 높은 경우로 예상할 수 있다. 또한 2013년 현재 공사가 진행 중인 의료시설 공사 관리자들의 인식을 조사하여, ⑤ 중요하게 인식하지 않는 중점 관리공사와 요인들을 도출하였다. 이와 같은 분석결과를 기반으로 공사 관리자들도 중요하게 인식하고 있지 않으면서, 설계변경과 하자보수가 많이 발생하는 중점 관리공사 및 요인들을 도출하고자 한다 (① + ⑤). 실시 설계단계와 공사 관리단계에서 관리자들도 중요도 인식과 집중도를 향상시킨다면, 다른 분석결과의 경우 ((②, ③, ④) + ⑤)보다 개선 가능성이 높을 것이기 때문이다. 이를 통해 공사 진행과정에서의 설계변경 감소와 하자보수의 감소, 그리고 이들을 기반으로 의료시설 공사의 효율성 향상에 기여하고자 한다.

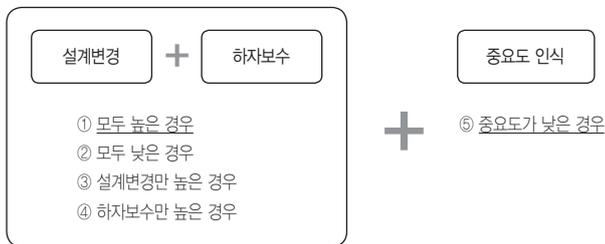


그림 1. 중점 관리공사와 요인들의 분석방법

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 첨단 의료시설 및 의료장비들이 설치되어서 공사의 복잡성이 크고, 국내 대부분의 종합병원들 (43 곳)이

보유하고 있거나 공사 중인 암센터를 연구 대상으로 하였다. 연구의 구성은 다음과 같은 네 단계로 분류된다.

첫째, 과거 의료시설 건설 기록 자료와 의료시설 공사 전문가 인터뷰를 통하여 의료시설 중점 관리공사와 요인들을 도출한다.

둘째, 과거 의료시설 사례를 기반으로 설계변경 건수와 하자 보수 건수 및 비용을 분석한다. 이를 통해 설계변경이 많이 발생하면서, 하자보수 건수와 비용이 많이 발생하는 공사종류를 도출하고자 한다.

셋째, 도출된 중점 관리공사와 요인들을 대상으로 현재 의료 시설 공사를 수행하고 있는 공사 관리 실무자들이 인식하고 있는 중요도를 분석한다.

넷째, 두 번째와 세 번째의 분석 결과들을 비교하여, 의료시설 공사 관리 실무진들이 느끼는 중요도와 실제 공사과정에서 설계변경 및 하자보수가 많이 발생하는 공종들과의 차이를 분석한다. 설계변경과 하자발생의 감소 가능성이 높은 중점 관리공사를 도출하기 위해서이다. 즉, 설계변경과 하자보수가 많이 발생하지만, 공사 관리자들도 인식하고 있는 중요도가 낮은 공종들은 중요도를 향상시킴으로 인한 기대효과가 클 것이기 때문이다.

2. 건설관리 측면에서의 의료시설의 특징

건설관리 측면에서 의료시설과 일반 건축물의 주요 차이점은 다음과 같이 다섯 가지로 분류할 수 있다.

첫째, 의료시설의 품질은 환자의 수술 및 건강에 직접 영향을 미치므로, 공사의 품질이 중요하다. 특히 수술실과 중환자실에 주의하여 공사하여야 하며, 방사선과 의료가스를 치료 및 검사를 위해 사용하는 공간들은 방사선 차폐공사와 의료가스 설비공사, 그리고 감염 및 오염방지에 주의하여야 한다. 또한 24시간 및 365일 운영되는 응급부와 병실들은 사용되고 있는 중에도 유지보수가 용이하여야 한다.

둘째, 공사 기간은 발주자 관점에서는 수익과 연결되며, 사용자인 의료종사자들과 환자들 관점에서는 의료서비스 수준과 연결되므로, 공사 기간의 준수가 중요하다.

셋째, 의료시설은 일반적으로 병동과 외래, 그리고 중앙 진료 부문 등과 같이 각각의 독립된 공간으로 구성되어 있고, 공간 구성의 제약이 많아서 그 구성이 복잡하다. 예를 들면, 수술실과 중환자실, 중앙공급부와 응급부는 동일한 의료 공간의 분류에 포함되더라도 수행하는 역할이 다르다.

넷째, 의료장비의 종류와 특징, 그리고 이에 따른 의료가와 방사선 관리, 안정적인 전원공급을 위하여 기계 전기 배관

(MEP, Mechanical, Electrical, and Plumbing) 공사도 복잡하다. 고중량인 의료장비를 위하여 구조설계와 반입경로를 공사 사전 단계에서 반영하여 계획하여야 하며, 의료장비의 선정이 지연되거나 종류가 변경되는 경우는 설계변경이 많이 발생하는 특징도 있다.

다섯 째, 의료시설은 환자와 장애인들이 일반 사람들보다 많이 사용하므로, 사람들의 건강에 영향을 줄 수 있는 방사능과 의료가스를 많이 사용하는 특징이 있다. 따라서 정부의 규제가 일반 건축물 보다 엄격하므로, 이에 주의 하여야 한다.

이와 같이 의료시설은 다른 일반 건물들에 비하여 건설관리에 특별한 주의를 필요로 하는 공종 및 작업이 많다. 본 연구에서는 연구의 범위인 암센터에 포함되는 의료 공간들과 의료장비의 관점에서의 중점 관리공사와 요인들을 분석하고자 한다.

3. 의료시설의 중점 관리대상 도출

본 연구의 중점 관리대상 도출 과정은 다음과 같은 세 단계로 분류할 수 있다.

첫째, A 건설사에서 20년 동안 의료시설 건설현장을 11개 수행한 전문가가 정리한 과거에 수행한 의료시설 공사 경험들의 자료를 기반으로, 의료시설 공사 관리 방안 측면에서 중점 관리공사와 요인들을 도출하였다. 본 연구에서 참고한 기존의 정리된 자료인 의료시설 공사 관리방안은 “의료장비의 발열부하를 고려하여야 한다.”와 같이 서술식으로 표현되어 있다. 본 연구에서 이들을 주요 단어 중심으로 정리 및 도출하였다.

둘째, 과거 사례를 기반으로 도출한 중점 관리공사와 요인들의 적절성, 그리고 현재 의료시설의 주요 관리대상에 적합한지를 검증하기 위하여, 앞서 설명한 의료시설 공사 경험을 자료로 정리한 의료시설 전문가와 인터뷰를 수행하였다.

셋째, 과거 의료시설 공사에 적용된 공정관리표의 주요 공종들을 기반으로, 본 연구에서는 이와 같은 공종들을 건축 분야 (외장공사, 단열공사, 방수공사, 수장공사, 의료장비 설치공사, 마감공사)와 설비 분야 (기계 및 설비공사), 그리고 전기 분야 (전기공사)의 세 단계로 분류하여, 중점 관리공사와 요인들을 정리하였다.

이와 같은 과정을 기반으로, 표 1과 2, 그리고 3을 도출하였으며, 중점 관리요인들이 중점 관리공사들에 분류되는 기준은 수행하는 공사의 종류이다. 예를 들면, 바닥의 마감공사에 대한 보수는 바닥 공사에 포함되지 않고, 마감공사에 포함되는 것으로 분류하였다.

건축 분야에서는 표 1과 같이 아홉 가지의 중점 관리공사와 세부적인 요인들을 도출하였다. 골조공사 (A-1)에서는 고중량의 의료장비에 의한 영향과 방사선 구역의 설정에 주의해야 한다. 마감공사 (A-2)에서는 촬영실과 치료실 같은 의료 공간의 특성에 따라서 마감을 달리하여야 한다. 벽체의 청결과 같은 오염방지 마감과 의료장비 및 환자들의 미끄럼 방지를 위한 바닥 마감에도 주의를 하여야 한다. 바닥공사 (A-3)에서는 배선 배관 배수를 위한 여유 공간의 확보에 주의하여야 한다. 방음공사 (A-4)에서는 소음이 큰 의료장비와 설비, 그리고 치료 소음과 대기실 소음을 차단하기 위한 흡음 공사에 주의하여야 한다. 벽체공사 (A-5)에서는 가속기실 등에 의한 진동 영향을 보강하고, 환자를 위한 보조 장치들의 설치를 위하여 강도를 보강하여야 한다. 또한 살균작업을 견딜 수 있도록 내수 및 내약품성이 강하여야 한다. 의료장비 공사 (A-6)에서는 의료장비와 관련된 보조기기 설치와 각 장비들 사이의 유지관리 공간 확보에 주의하여야 한다. 또한 고중량 장비의 반입로와 운송방법을 확보하고 장비의 배관로를 위한 트렌치 (trench) 설치하는 것에도 주의하여야 한다. 창호공사 (A-7)에서는 수술실과 진찰실 같은 의료 공간의 특징에 따라서 다른 창호의 종류와 크기의 적용에 주의한다. 천장공사 (A-8)에서는 의료장비의 이동을 위한 공간의 확보와 장비 상단에서 발생하는 고열에 견딜 수 있도록 한다. 또한 의료장비의 고장을 유발할 수 있는 누수의 방지와 가동 중에도 유지관리 공사를 수행할 수 있는 공간 확보에 주의한다. 무선시스템과 전기배선을 위한 배관 설치에도 주의한다. 협업 (A-9)에서는 차폐공사와 천장공사 같이 공종이 복잡한 공사, 그리고 시공자와 의료장비 업체 같이 의료장비 반입에 의해 발생할 수 있는 공종 간의 간섭과 업무 범위를 확실히 해야 한다.

표 1. 의료시설 건축 분야의 중점 관리공사와 요인들

중점 관리공사	중점 관리요인	중점 관리공사	중점 관리요인
(A-1) 골조공사	1) 의료장비 중량 2) 방사선 구획	(A-6) 의료장비 공사	13) 장비 관리기기 14) 유지관리 공간 15) 장비 운송방법 16) 트렌치 (trench) 설치
(A-2) 마감공사	3) 공간 특성별 마감 4) 오염방지 마감 5) 바닥 마감		(A-7) 창호공사
(A-3) 바닥공사	6) 바닥 공간 7) 평활 및 수평도	(A-8) 천장공사	19) 장비 이동 공간 20) 장비 발열 영향 21) 누수방지 공사 22) 유지관리 공간 23) 천장 배관
(A-4) 방음공사	8) 의료장비 소음 9) 외부소음		(A-9) 공사협업
(A-5) 벽체공사	10) 진동 보강 11) 강도 보강 12) 내수 · 내약품성		

표 2는 설비 분야의 네 가지 중점 관리공사와 세부요인들이다. 공조 설비 (B-1)에서는 의료장비 사양에 따라 다른 발열 처리 방법을 적용해야 하고, 증기와 압축 공기, 그리고 냉각기의 사용 용량을 정확히 확인하여야 한다. 의료공간에 따라서 단독 혹은 국부 냉·난방이 가능하도록 하며, 비상 상황이 발생할 경우를 대비해 이중화와 예비 설비를 설치하여야 한다. 그리고 설치된 설비의 상태를 관리하기 위한 센서와 시스템의 설치 및 관리에도 주의한다. 오염 관리 (B-2)에서는 방사선 오염과 의료가스 누출을 감시 할 수 있는 모니터링 시스템의 설치와 방사선 구획 내에서는 별도의 냉 난방공조 (HVAC, Heating, Ventilation, Air Conditioning) 설치에도 주의하여야 한다. 배관공사 (B-3)에서는 방사선을 견딜 수 있는 배관 재질의 선정과 진동 영향에 견딜 수 있도록 주의한다. 각각의 의료장비들에 적합하도록 설치하고, 누수와 같은 문제 발생여지가 있거나 의료장비들의 간섭이 있는 경우는 이설하도록 한다. 또한 의료가스 및 오물과 같은 폐기물을 배출하기 위하여 별도의 배관을 설치한다. 폐기물 공사 (B-3)에서는 오염관리를 위한 폐기물 배출 장치 설치 방법에 주의하여야 한다.

표 2. 의료시설 설비 분야의 중점 관리공사와 요인들

중점 관리공사	중점 관리요인	중점 관리공사	중점 관리요인
(B-1) 공조 설비	1) 의료장비 발열 2) 냉 난방 설비 3) 설비 용량 4) 비상 설비 5) 설비상태 관리	(B-3) 배관 공사	8) 배관 재질 9) 장비별 배관공사 10) 진동 영향 반영 11) 배관이설 12) 폐기물 통로
(B-2) 오염 관리	6) 모니터링 시스템 7) 방사선 HVAC	(B-4) 폐기물 공사	13) 배출 장치

전기 분야에서는 표 3과 같이 네 가지 중점 관리공사와 세부요인들을 도출하였다. 배전공사 (C-1)에서는 전원 공급이 불가능하거나 응급 치료 상황, 그리고 긴급 전력이 필요한 경우를 위하여 비상전원 (emergency power)과 무정전 공급장치 (UPS, uninterruptible power supply)를 설치한다. 또한 의료장비의 특징에 따라 다른 전원 규격과 위치, 개별 차단기, 제어시스템을 설치하는 것에도 주의하여야 한다. 사무 자동화 및 통신기능 (C-2)에서는 전자 의무 기록 (EMR, Electronic Medical Record System)과 처방 전달 시스템 (OCS, Order Communication System), 의료영상 저장 전송 시스템 (PACS, Picture Archiving Communication System), 그리고 너스 콜 (nurse call)과 같은 병원 정보 시스템 (HIS, Hospital Information System)과 무선 송수신 시스템 같은

통신 시스템 설치에 주의하여야 한다. 조명공사 (C-3)에서는 수술실과 촬영실 같은 의료공간의 특징에 따라 다른 조도와 조명을 적용한다. 차폐공사 (C-4)에서는 자기력과 전자파를 모두 차폐할 수 있는 이중차폐를 하며, 벽체는 납 차폐 판을 설치하고, 내부 측과 상부 슬래브 높이까지 시공한다. 천장과 바닥은 콘크리트를 두껍게 시공하고, 차폐문의 상부 공간 시공과 덕트 차폐에 주의하여야 한다.

표 3. 의료시설 전기 분야의 중점 관리공사와 요인들

중점 관리공사	중점 관리요인	중점 관리공사	중점 관리요인
(C-1) 배전공사	1) 비상 전원 2) 장비특징 반영 3) UPS 설치	(C-4) 차폐공사	8) 이중차폐 9) 차폐자재 성능 10) 차폐 위치별 특징
(C-2) 사무자동화·통신기능	4) 통신 시스템 5) 정보 시스템		11) 차폐도어 12) 덕트 차폐
(C-3) 조명공사	6) 공간별 조도 조명 7) 전등 유형		13) 차폐구획

4. 설계변경 분석

본 장의 설계변경 건수 분석과 다음 장의 하자보수 건수 및 소요비용 분석은 과거에 준공된 의료시설의 사례에서 발생한 자료를 기반으로 분석하였다. 과거 사례는 서울에서 2004년 8월에 착공하여 2007년 10월에 준공한 종합병원의 암센터 건물이다.

사례 의료시설의 공사 진행 과정에서 발생한 설계변경 건수는 총 511 건이었다. 그 중에서 본 연구에서 선정한 의료시설의 중점 관리공사에 포함되는 설계변경 지시서의 건수는 총 71 건으로, 전체의 약 14%가 해당되는 것으로 분석되었다. 설계변경 건수는 설계변경 지시서를 발행하는 횟수를 기반으로 산정하므로, 하나의 설계변경에서 몇 가지 공사종류의 설계변경이 발생할 수 있다. 예를 들어, 멸균실의 오염방지 코팅 (A-2, 마감공사)과 의료장비 이동 위치에 있는 벽체보강 (A-5, 벽체공사)이 한 번의 설계변경 지시서에 포함될 수 있다. 따라서 그림 1과 같이 본 연구의 중점관리 공사들을 기준으로 설계변경 건수를 조사한 결과인 77건은 총 설계변경 지시서의 건수인 71건과 차이가 있다.

먼저, 중점 관리공사를 기반으로 설계변경 건수를 분석하였으며, 그림 1과 같이 설비분야의 배관공사와 건축분야의 마감공사가 가장 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

배관공사가 설계변경이 많은 이유는 의료장비별 특징에 맞는 배관의 재질 선정과 설치방법을 결정해야 하는데, 의료장비의 선정 지연과 종류의 변경이 발생하기 때문으로 사료된

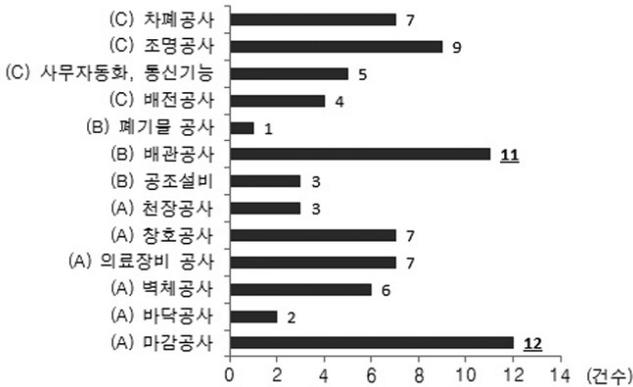


그림 2. 중점 관리공사들의 설계변경 건수

다. 마감공사는 일반 건축물에서도 업체별 관리 능력에 따라서 공시기간의 차이가 큰 공종이며 (이치주 외 2007), 본 연구의 대상인 의료시설에서도 설계변경이 많은 것으로 분석되었다.

다음으로, 표 4과 같이 중점 관리요인을 기반으로 설계변경 건수를 분석하였다. 의료 장비의 특성에 따른 배관공사의 설계변경 건수가 10 건으로 가장 많았으며, 의료 공간별 조도 및 조명과 의료 공간 특성별 마감공사 (9 건), 벽체의 강도 보강 (6 건), 창호의 크기 주의 (5 건)의 순서로 많이 발생하였다.

표 4. 중점 관리요인들의 설계변경 건수

중점 관리요인	건수	순위	중점 관리요인	건수	순위
(A-2) 공간 특성별 마감	9	2	(B-1) 설비용량	1	16
오염방지 마감	3	9	(B-3) 의료 장비별 배관공사	10	1
(A-3) 바닥의 평활, 수평도	1	16	배관이설	1	16
바닥 공간	1	16	(B-4) 폐기물의 배출장치	1	16
(A-5) 벽체의 강도 보강	6	4	(C-1) 비상전원	1	16
의료 장비관련 기기	5	5	배전의 장비특징 반영	3	9
(A-6) 트랜치 설치	2	11	(C-2) 정보시스템	1	16
(A-7) 창호 공간 특성별 설치	2	11	통신 시스템	4	7
창호 크기 주의	5	5	(C-3) 의료공간별 조도 조명	9	2
(A-8) 천장의 누수방지 공사	1	16	차폐자재 성능	1	16
의료장비 이동 공간	2	11	(C-4) 차폐도어	4	7
(B-1) 냉 난방 설비	2	11	차폐구획	2	11

5. 하자보수 분석

사례 의료시설의 하자보수 건수들과 이에 따른 소요비용을 분석하였으며, 하자보수들은 2007년 10월에 준공한 이후의 3년 동안 (2008년2012년)에 발생한 것들이다. 3년 동안 발생한 하자보수들은 총 218 건이었다. 본 연구에서 제안한 중점 관리

요인들에 포함되는 하자보수들은 93 건으로, 전체의 약 42.66%로 분석되었다.

그림 3은 의료시설 사례에서 발생한 하자보수 건수를 1) 전기와 2) 설비, 3) 반송승강, 4) 방재, 그리고 5) 건축의 다섯 가지 공종으로 분류하여 하자보수의 분야를 분석하였다. 의료시설은 MEP 공사와 의료장비에 영향을 받는 공종들이 많은 특징이 있어서, 설비와 관련된 하자보수들 (109 건)이 가장 많이 발생하는 것으로 사료된다. 다음으로는 건축 (49 건), 전기 (44 건), 방재 (11 건), 그리고 반송승강 (5 건)의 순으로 조사되었다.

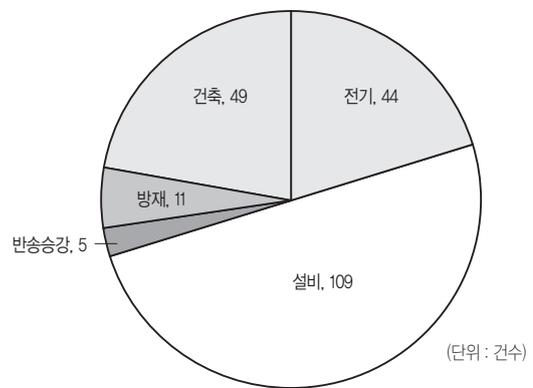


그림 3. 발생한 하자보수들의 공종별 분류

그림 4는 하자보수 건수들을 원인별로 분류하여 분석한 것이다. 앞선 설계변경 지침서와 유사하게 하나의 하자보수가 발생하여도 원인은 여러 개가 될 수 있다. 예를 들어, 설비의 냉 난방에 포함되는 멸균기가 경우, 하자보수의 원인이 설계와 유지보수 두 가지 경우가 원인으로 발생한 것이다. 따라서 그림 4의 원인별 분류의 총 개수는 그림 3의 총 개수인 218 개 보다 많은 314개가 발생하였다. 본 연구에서는 발생 원인을 1) 설계와 2) 시공, 3) 품질, 4) 용량, 5) 장비, 6) 유지보수, 7)효율, 8)안정성, 9)과투자, 그리고 10)제안의 열 가지로 분류하였다. 이들 중에서 설계에 의한 하자보수 (120 건)가 가장 많았고, 다음으로 제안 (91 건), 시공 (43 건), 유지보수 (22 건), 안정성 (14 건), 용량 (12 건), 효율 (4 건), 장비 (3 건), 그리고 과투자 (1 건)의 순서로 분석되었다. 설계에서 의료시설의 특징을 충분히 반영하지 못하여 하자보수가 많이 발생한 것으로 사료되며, 향후 발생할 가능성이 있는 클레임과 편의성, 그리고 제안에 의한 하자보수가 많은 것으로 사료된다.

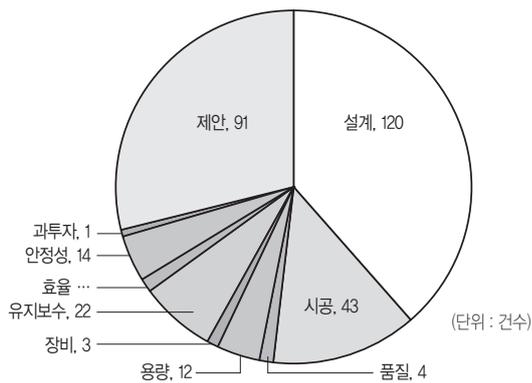


그림 4. 발생한 하자보수들의 원인별 분류

그림 3과 4에서 분석한 의료시설의 하자보수들이 모두 건설 관리 측면에서의 주요 특징인 의료공간의 독립성과 의료장비에 의한 설계변경, 그리고 복잡한 MEP 공사에 의한 것은 아니다. 따라서 그림 3과 4에서 분석한 하자보수들이 본 연구에서 제시한 의료시설의 중점 관리요인들인 표 1, 2, 3에 포함되는지 여부를 다시 분석하였다.

그림 5는 발생한 하자보수들을 중점 관리공사를 기반으로 분석한 것이다. 분석결과, 설비분야의 공조 설비와 전기 분야의 배전공사가 가장 많이 발생하였다.

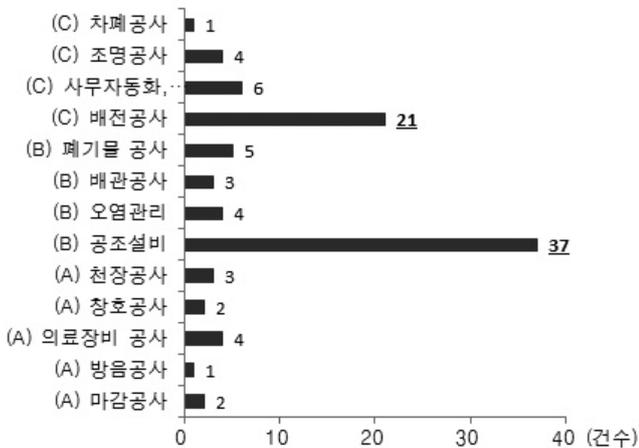


그림 5. 중점 관리공사들에 기반한 하자보수들의 분류

특히 공조 설비는 다른 공사보다 최소 6 배 이상 많이 발생하였다. 이는 환자 및 노약자를 위한 냉 난방 시스템의 섬세한 조절이 필요하고, 많은 의료 장비에 의한 발열을 해소할 수 있는 설비 시스템이 구현되어야 하기 때문이다. 또한 의료장비와 중환자실 및 무균실, 수술실과 같은 공간적 특성이 강한 곳에 설치된 설비 시스템들을 위한 센서들이 많이 설치된 것도 주요 이유 중의 하나일 것이다.

그림 6은 발생한 하자보수들을 해결하기 위해 소요된 비용들을 분석한 것이다. 발생 건수가 많았던 공조 설비와 배전 공사가 소요된 비용도 가장 많았다. 폐기물 공사의 발생 건수는 5 건으로 작았지만, 비용은 세 번째로 많이 소요되는 것으로 분석되었다. 이는 의료시설 사용자들뿐만 아니라, 주변 거주자들의 건강을 위협할 수 있는 유독물질인 방사능과 의료 가스의 처리에 비용이 많이 소요되기 때문일 것이다. 방음공사도 발생 건수는 1 건으로 작았지만, 소음을 차단하기 위한 흡음시설과 보강 작업에 많은 비용이 소요되는 것으로 분석되었다.

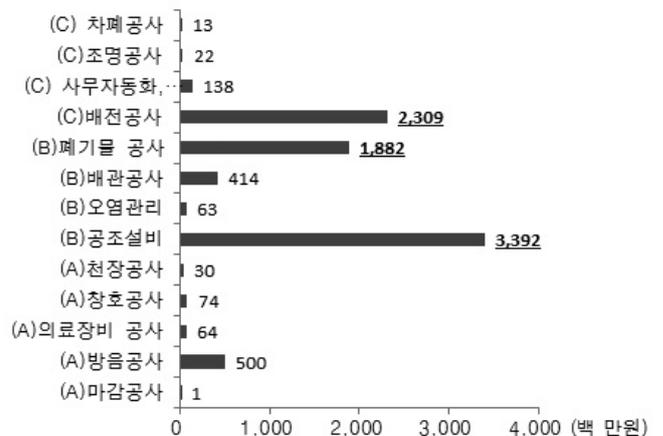


그림 6. 중점 관리공사에 기반한 하자보수들의 소요비용 분석

하자보수가 발생한 공사 및 요인들의 중점 관리를 위한 우선순위를 분석하기 위하여, 식 (1)과 같이 하자보수의 발생 건수와 소요 비용을 곱하여 분석하였다.

$$\text{중점관리 우선순위} = \text{하자보수 발생 건수} \times \text{소요비용} \text{ — 식 (1)}$$

분석된 중점 관리공사들과 중점관리요인들의 우선순위는 표 5과 같다. 표 3과 같이 하자보수 발생 건수는 냉 난방 설비가 13 건으로 가장 많았으며, 비상전원과 비상설비, 설비상태 관리 시스템, 그리고 의료장비 특징을 반영한 배전공사의 순으로 많이 발생하였다. 하자보수들을 해결하기 위해 소요된 비용에서도 냉 난방 설비가 가장 많았으며, 다음으로 비상전원과 폐기물 배출 장치, 비상 설비, 그리고 의료장비 소음의 순으로 많이 소요되었다. 폐기물 배출 장치와 의료장비의 소음을 방지할 수 있는 방음 장치는 발생건수는 각각 4 건과 1 건으로 작았지만, 다른 중점 관리요인들에 비하여 하자보수들을 해결을 위해 소요되는 비용은 많은 것으로 분석되었다.

하자보수의 건수와 소요비용을 통합한 우선 관리요인들의 분석에서는 냉 난방 설비 (B-1)가 가장 높았으며, 다음으로 비

상전원 (C-1)과 폐기물 배출장치 (B-4), 비상설비 (B-1), 그리고 의료장비의 발열 (B-1)이 높게 분석되었다.

표 5. 중점 관리공사 및 요인들의 하자보수 중요도 분석

중점 관리요인			건수	순위	비용	순위	중요도 (건수) (비용)	순위
마감 공사	(A-2)	공간 특성별 마감	1	16	0	25	0	25
	(A-2)	바닥 마감	1	16	1	24	1	24
방음	(A-4)	의료장비 소음	1	16	500	5	500	9
의료 장비	(A-6)	유지관리 공간	2	13	30.5	16	61	17
	(A-6)	장비 관련기기	2	13	33.0	15	66	15
창호	(A-7)	창호 폭 확보	2	13	74.0	11	148	13
천장 공사	(A-8)	천장 누수방지	1	16	13.0	21	13	21
	(A-8)	유지관리 공간	1	16	17.0	19	17	19
	(A-8)	누수방지 공사	1	16	0.0	25	0	25
공조 설비	(B-1)	의료장비 발열	6	5	421	6	2,526	5
	(B-1)	냉난방 설비	13	1	1,992	1	25,896	1
	(B-1)	설비용량	3	10	20	18	60	18
	(B-1)	비상 설비	8	3	664	4	5,312	4
	(B-1)	설비상태 관리	7	4	295	8	2,065	6
	(B-2)	모니터링 시스템	4	8	63.0	13	252	12
배관 공사	(B-3)	배수관 재질	1	16	400	7	400	10
	(B-3)	장비별 배관공사	1	16	14	20	14	20
	(B-3)	배관이설	1	16	0	25	0	25
폐기물	(B-4)	배출 장치	4	8	1,808	3	7,232	3
	(B-4)	배출 통로	1	16	74.0	11	74	14
배전 공사	(C-1)	비상전원	12	2	1,968	2	236,13.6	2
	(C-1)	UPS 설치	3	10	287.5	9	862.5	7
	(C-1)	장비 특징 반영	6	5	53.7	14	322.2	11
사무 자동	(C-2)	통신 시스템	5	7	133.9	10	669.5	8
	(C-2)	정보 시스템	1	16	4.0	23	4	23
조명 공사	(C-3)	공간별 조도, 조명	3	10	21.8	17	65.4	16
	(C-3)	전등 유형	1	16	0.0	25	0	25
차폐	(C-4)	차폐도어	1	16	12.6	22	12.6	22

6. 공사 관리자들의 인식 조사

의료시설 공사 관리자들의 인식 조사를 위한 설문조사는 2012년 11월 7일부터 16일까지 수행하였으며, 현재 의료시설 공사 관리에 참여하고 있는 실무자를 대상으로 하였다. 설문에 참여한 의료시설 전문가는 5년 이하 3명, 6~10년 2명, 11~15년 1명, 16년 이상 3명으로 구성되어, 총 10명이다. 의료시설 전문가가 부족한 상황에서 현재 의료시설 건설 공사에 참여하고 있는 전문가를 대상으로 설문조사를 하여, 참여한 전문가의 수가 부족한 한계가 있었다. 하지만, 선행연구가 거의 없고, 복잡성 및 하자보수가 많은 의료시설의 공사 관리에 참고 할 수 있는 연구결과를 과거 사례와 전문가를 기반으로 제공한다는 측면에서 기여도가 있을 것으로 사료된다.

표 3은 표 1, 2, 3에서 도출된 의료시설 중점 관리공사들의 중요도 분석결과이다. 공사 관리자들은 전기 분야의 배전공사 중요도가 가장 높다고 인식하고 있었다. 다음으로 설비 분야의 공조 설비와 전기 분야의 차폐공사, 그리고 건축 분야의 의료 장비공사와 방진 및 방음공사의 순서로 높게 분석되었다. 표 1에서 설명한 의료시설의 특징인 복잡한 MEP 공사와 의료 공간의 독립성을 위한 공조 설비 공사의 중요도 인식이 높기 때문으로 사료된다. 또한, 방사능에 대한 정부규제가 엄격하므로 차폐 공사에 대한 중요도 인식도 높게 분석되었다.

표 6. 공사 관리자들이 인지한 중점 관리공사들의 중요도 분석결과

분류	중점 관리공사	중요도	순위	분류	중점 관리공사	중요도	순위
건축 분야		5.56	6	설비 분야	공조 설비	5.89	2
	마감공사	4.89	17		오염관리	5.44	9
	바닥공사	5.22	14		배관공사	5.56	6
	방진 방음공사	5.67	5		폐기물 공사	5.22	14
	벽체공사	5.33	11	전기 분야	배전공사	6.11	1
	의료장비 공사	5.78	3		사무자동 통신기능	5.33	11
	창호공사	5.00	16		조명공사	5.44	9
	천장공사	5.33	11		차폐공사	5.78	3
	공사협업	5.56	6				

7. 분석결과들의 비교

본 장에서는 앞선 분석 결과들인 중점 관리공사들의 중요도와 공사 진행단계에서의 설계변경 건수, 그리고 하자보수들을 기반으로 의료시설 공사 관리자들에게 인식되고 있는 공사의 중요도와 실제 공사에서 효율적으로 관리되지 않는 공사들을 비교하였다. 하지만, 이와 같은 분석결과들을 직접 비교하기에는 각각의 분석결과들의 단위가 다르다. 예를 들어, 중요도 분석은 7 점 척도를 기준으로 의료시설 공사 관리자들이 평가한 것이지만, 설계변경과 하자보수는 발생 건수를 수치화 한 것이다. 본 연구에서는 이를 극복하기 위하여 그림 7, 8과 같이 중요도와 설계변경, 그리고 하자보수의 우선순위를 기준으로 각각의 분석결과들을 비교하였다. 본 연구의 주요 목적이 중점 관리공사 및 요인들 중에서 설계와 공사 진행단계에서 중점 관리하여야 할 요인들의 우선순위를 도출하는 것이기 때문에, 이와 같은 방법을 적용하였다.

분석결과는 중요도와 설계변경 및 하자보수가 1) 모두 높은 경우, 2) 모두 낮은 경우, 3) 중요도는 높고 설계변경 및 하자보수가 적은 경우, 그리고 4) 중요도는 낮고 설계변경 및 하자보수는 많은 경우의 네 가지로 분류할 수 있다. 본 연구의 목적은 설계변경과 하자보수의 발생을 줄이는 것이다. 따라

서 중요도도 높고 설계변경과 하자보수의 발생도 많은 경우와 중요도는 낮지만 설계변경과 하자보수가 많은 경우의 중점 관리요인에 집중 관리하여야 할 것이다. 특히, 중요도가 낮고 설계변경 및 하자보수가 많은 공사들은 관자들의 집중도 향상에 따라서 개선 가능성이 높으므로, 효과가 더 클 것으로 기대된다.

먼저, 중점 관리공사들의 중요도 분석결과와 설계변경 건수를 비교하였으며, 그림 7과 같다. 중요도와 설계변경이 모두 높은 경우는 의료장비 공사 (A-6)와 배관공사 (B-3), 배전공사 (C-1), 그리고 차폐공사 (C-4)로 분석되었다. 이들은 공사 관리자들이 중요도를 인식하고 있지만, 설계단계에서 높은 중요도가 반영되고 있지 않는 것을 의미한다. 또는 설계단계에서 높은 중요도를 반영하기 어려운 기술적 한계 때문일 수도 있다. 중요도는 낮지만 설계변경이 많이 발생하는 경우는 마감공사 (A-2)와 벽체공사 (A-5), 창호공사 (A-7), 사무자동화 및 통신기능 공사 (C-2), 그리고 조명공사 (C-3)로 분석되었다. 이들은 공사 관리자들의 중요도 인식을 높여서 설계단계에서 보완을 할 뿐만 아니라, 공사 관리단계에서도 설계에서 부족했던 공사에 집중하여 보완해야 할 것이다.

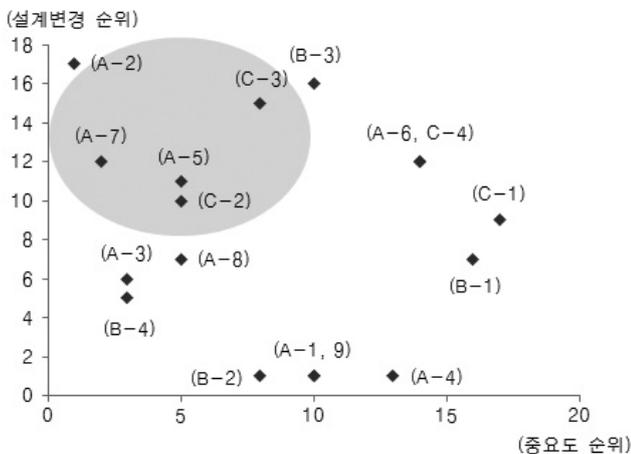


그림 7. 공사 관리자들이 인지한 중요도와 설계변경 건수의 비교

다음으로, 중점 관리공사들의 중요도와 하자보수의 중요도와 비교하였으며, 그림 8과 같다. 의료시설의 공사는 설계의 완성도에도 영향을 받지만, 공사 관리의 영향도 크게 받는다. 따라서 그림 8에서 표시된 중점 관리공사들은 공사 관리의 중요성이 큰 것들이다. 중요도와 하자보수의 발생 순위가 높은 경우는 배전공사 (C-1), 공조 설비 (B-1), 방음공사 (A-4), 의료장비 공사 (A-6)로 분석되었다. 이와 같은 중점 관리공사들은 공사 관리자들이 공사 진행 단계에서 중요하게 인식하

고 있지만, 관리가 잘 되지 않은 공사들이다. 이는 건설현장의 특수 상황과 관리 기술력의 부족 때문일 것이다. 또한, 중요도는 낮지만 하자보수가 많은 공사들은 폐기물 공사 (B-4), 사무자동화 및 통신기능 (C-2), 창호공사 (A-7), 오염관리 (B-2), 배관공사 (B-3)로 분석되었다. 이들은 공사 단계에서 관리의 집중력을 높여서 하자보수들을 감소시켜야 하는 공사들이다.

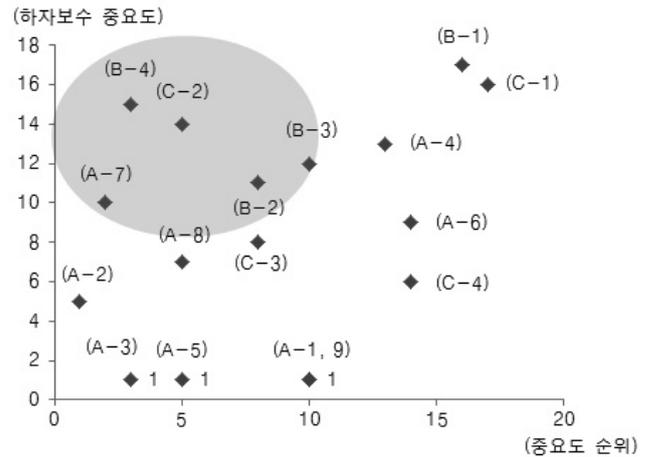


그림 8. 공사 관리자들이 인지한 중요도와 하자보수의 중요도 비교

8. 결론

본 연구는 의료시설 공사의 효율성 향상을 위하여 의료시설의 공사 전문가의 과거 의료시설 공사의 기록 자료를 기반으로, 관리자들을 위한 중점 관리공사와 요인들을 도출하고 분석하였다. 분석은 1) 설계변경 건수, 2) 하자보수의 건수 및 비용, 그리고 3) 공사 관리자들의 중요도 인식으로 구성된다. 이를 통해 공사 관리자들이 현재 중요하게 인식하지 않고 있으나, 설계변경과 하자보수가 많이 발생하는 중점 관리공사를 도출하였다. 연구의 결과는 다음과 같이 세 단계로 분류할 수 있다.

첫째, 의료시설의 특징을 기반으로 공사 관리에 중점을 두어야 할 공사와 요인들을 건축과 설비, 그리고 전기 분야로 분류하여 도출하였다.

둘째, 도출된 중점 관리공사와 요인들을 대상으로 1) 공사 진행 단계에서 발생하는 설계변경 건수, 2) 공사 완료 후의 하자보수의 건수 및 소요비용, 그리고 3) 공사 관리자들이 인식하고 있는 중요도를 분석하였다. 이들 중에서 공조 설비와 배전공사는 공사 관리자들의 중요도 인식과 하자보수가 모두 높

게 분석되었다. 설계변경이 많은 중점 관리공사들인 마감공사와 배관공사는 공사 관리자의 중요도 인식이 높지 않은 것으로 분석되었다.

셋째, 설계변경과 하자보수 건수 및 소요비용, 그리고 중요도 분석결과와 비교하여, 설계단계에서 보다 중점 관리하여야 할 요인들과 공사 단계에서 중점 관리하여야 할 공사들을 도출하였다. 분석결과, 설계단계에서는 기존보다 마감공사와 벽체공사, 창호공사, 사무자동화 및 통신기능 공사, 그리고 조명공사를 중점 관리하여야 하고, 공사 관리단계에서는 폐기물 공사, 사무자동화 및 통신기능, 창호공사, 오염관리, 배관 공사를 중점 관리하여야 하는 것으로 분석되었다. 이들은 공사 관리자들의 중요도가 낮으면서 설계변경 건수와 하자보수의 건수 및 비용이 많은 중점 관리공사들이다. 현재 공사 관리자들의 중요도가 높으면서 설계변경 건수와 하자보수 건수 및 비용이 많다면, 기술적 및 현실적 문제로 인해서 개선 가능성이 낮다는 것을 의미하기 때문이다. 따라서 의료시설 공사 관리자들은 이와 같은 중요도가 낮으면서 설계변경과 하자보수가 많이 발생하는 공사들을 실시설계와 공사단계에서 우선적으로 관리한다면, 다른 공사들에 비하여 개선 가능성을 높일 것이다.

본 연구의 결과는 일반 건축물과 다른 특징이 있는 의료시설의 설계단계와 공사 진행단계에서 참고할 수 있는 중점 관리공사와 요인들을 제시하였으며, 이는 설계자와 공사 관리자의 판단에 도움을 주어 의료시설 공사의 효율성 향상에 기여할 수 있을 것이다. 하지만, 정량화된 의료시설 공사 자료의 부족과 의료시설 전문가의 부족이 본 연구의 한계였다. 향후 연구에서 보다 많은 사례를 수집할 수 있다면 보다 유의미한 연구결과가 될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천개발사업 (정보통신)의 일환으로 수행하였음 [1004 0794, 글로벌 건설IT 산업생태계 조성을 위한 개방형 BIM 통합 솔루션 개발].

참고문헌

김광문 · 정태우 · 김현호 (2000). “치매노인 요양시설의 공간 계획 수법에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 제7권 제11호, pp. 97~106
 김덕수 (2005). “의료시설 디자인의 복잡성과 필요전문지식의 인

식”, 대한건축학회 논문집, 제11권 제1호, pp. 15~22
 김동재 · 최용재 · 김갑열 (2010). “병원건축물 리모델링의 경제적 타당성에 관한 연구”, 한국건설관리학회 논문집, 제11권 제1호, 한국건설관리학회, pp. 70~78
 김민휘 · 김진호 · 권오현 · 석윤진 · 정재원 (2009). “외기전담시스템의 병원건물에 대한 적용성 및 냉난방 에너지 절감 효과에 관한 연구”, 한국건축친환경설비학회, 논문집 제3권 제4호, pp. 184~191
 김영 · 김경환 · 류태창 (2003). “다기준 의사결정기법을 이용한 응급의료시설의 공간 입지분석에 관한 연구”, 국토계획 제38권 제4호, pp. 19~32
 박화춘 · 정모 (2009). “병원 건물의 에너지 부하모델 개발”, 설비공학논문집, 제21권 제11호, pp. 636~642
 이필순 · 박재승 (2003). “중소규모 의료시설의 리모델링에 관한 연구”, 한국실내디자인학회 논문집, 제38호, pp. 241~249
 임영환 · 유연수 (2010). “지속 가능한 의료시설 계획을 위한 평가방법 개발 GBCC, LEED, BREEAM의 비교, 분석을 중심으로”, 대한건축학회 논문집, 제26권 제8호, pp. 153~162
 최광석 (2002). “의료시설 디자인 변화과정에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 제18권 제9호, pp. 77~83
 이지주 · 김재준 · 이윤선 (2007). “계층분석법 (AHP)을 이용한 마감공정의 계획 및 관리요인 분석에 관한 연구 초고층 주거건축물 공사 건식벽체공법을 대상으로”, 한국건설관리학회 논문집, 제8권 제1호, 한국건설관리학회, pp. 132~140
 Chi, C.-L., W. N. Street, et al. (2008). “Building a hospital referral expert system with a Prediction and Optimization-Based Decision Support System algorithm”, Journal of Biomedical Informatics, 41(2), pp. 371~386
 Edum-Fotwe, F. T., C. Egbu, et al. (2003). “Designing Facilities Management Needs into Infrastructure Projects: Case from a Major Hospital”, Journal of Performance of Constructed Facilities 17(1), pp. 43~50
 Price, A. D. F. and J. Lu (2012). “Impact of hospital space standardization on patient health and safety”, Architectural Engineering and Design Management, 9(1), pp. 49~61
 Sherif, A. H. (1999). “Hospitals of Developing Countries: Design and Construction Economics”, Journal of Architectural Engineering, 5(3), pp. 74~81
 Uhlik, F. T. and J. Hinze (1998). “Trends in the Construction Needs of Hospital Facilities”, Journal of Architectural Engineering, 4(4), pp. 132~134.
 Vaska, M., R. Chan, et al. (2009). “Results of a User Survey

to Determine Needs for a Health Sciences Library Renovation”, *New Review of Academic Librarianship*, 15(2), pp. 219~234.

논문제출일: 2013.02.19

논문심사일: 2013.02.22

심사완료일: 2013.07.10

요 약

의료시설은 일반건축물 보다 공사의 복잡성이 높고, 정부규제가 엄격하여 공사 단계에서의 설계변경과 하자보수들이 많이 발생한다. 본 연구에서는 의료시설의 중점 관리공사와 요인들을 도출하고 분석하여, 설계단계와 공사단계에서 관리가 잘 되지 않는 공사들을 분석하였다. 그리고 2013년 현재 진행되고 있는 의료시설 공사 관리자들의 인식을 조사하여, 개선 가능성이 큰 공사를 도출하였다. 먼저, 중점 관리요인들을 건축과 설비, 그리고 전기의 세 분야로 분류하여 도출하였다. 다음으로, 1) 공사 진행단계에서 설계변경이 많이 발생하고, 2) 하자보수들이 많이 발생하고 소요비용이 큰 중점 관리공사와 요인들을 분석하였다. 마지막으로, 진행 중인 의료시설 공사 관리자들이 중요하게 생각하지 않는 공사를 조사하였다. 설계변경과 하자보수가 많지만, 중요하게 생각하고 있지 않다면 개선 가능성이 클 것이기 때문이다. 설계단계에서는 마감공사, 벽체공사, 창호공사, 사무 자동화 및 통신기능 공사, 조명공사, 그리고 공사 관리단계에서는 폐기물 공사, 사무자동화 통신기능, 창호공사, 오염관리, 배관공사로 분석되었다. 본 연구의 결과인 설계변경과 하자보수가 많은 공사, 그리고 개선 가능성이 큰 공사의 관리를 실시 설계단계와 공사 관리단계에서부터 집중 관리하여야 할 것이다.

키워드 : 의료시설, 의료 공간, 의료 장비, 설계변경, 하자보수 건수와 소요비용
