

# 정수장 시설공사의 통합관리를 위한 시설물분류체계 개발

김창학\* · 강인석\*\* · 김효진\*\*\*

Kim, Chang Hak\*, Kang, Leen Seok\*\*, Kim, Hyo Jin\*\*\*

## The Development of Information Breakdown Structure for Integrated Management of Water Filtration Plants

### ABSTRACT

In this study, the information breakdown structure of water purification plant has been made by classifying various the water purification methods and facilities. this can be utilized as a code system of computer for integrating information and analyzing quantitative of environmental impact and calculating cost of maintenance and energy consumption which was used during life cycle of water purification plant. Since the construction information contains many heterogeneous information, it is very important to have a code system for managing the integrated information. In addition, since water purification plant facilities are mainly composed of installation of facilities including many processes, a more detailed classification code is required. Therefore, in this study, the water purification breakdown structure which is not yet attempted in Korea was constructed by using facet classification system.

**Key words :** WBS, Construction information classification, Water purification plant, BIM

### 초록

본 연구에서는 다양한 정수처리공법과 시설을 분류하여 정수장의 시설물 정보분할코드체계를 구축하였으며, 이것은 정수장 시설의 생애주기 동안 소요되는 유지관리비용, 에너지 사용비용 산정 및 배출된 환경오염원의 규명과 환경영향평가의 정량적 분석 등을 위한 정보를 통합하기 위한 전산시스템의 코드체계로 활용하게 된다. 건설공사의 정보는 많은 이질정보를 포함하고 있기 때문에 이를 통합해서 관리하기 위한 코드체계가 매우 중요하다. 또한 정수장 시설은 많은 프로세스를 포함한 시설물 설치공사가 주를 이루기 때문에 좀 더 세분화된 분할코드가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 시도되지 않은 정수장 관련 분류체계를 건설공사 분류체계인 파셋 분류체계 표현방식을 활용하여 구축하였다.

**검색어 :** 공사분류체계, 건설정보분류, 정수장, BIM

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

건설정보분류체계는 건설 프로젝트를 구성하는 단위 별로 대상물의 체계를 정의 한다(Cho et al., 2014). 국내·외적으로 건설산업의 생산성 향상과 비용과 일정관리 등의 정보를 통합하기 위해 건설정보를 분류하고 이를 활용하기 위해 많은 노력을 기울여 오고 있다. 국제 표준 정보 분류체계로는 ISO의 DIS 12006-2을 비롯해서 영국의 Uniclass, 미국의 MasterFormat 등이 널리 활용되고 있다. 국내에는 “ISO 표준분류”와 Uniclass 체계를 기본으로 하여 2001년 1월에 ‘통합건설정보분류체계적용기준’을 공고하여 사용하고

\* 종신회원 · 교신저자 · 경남과학기술대학교 토목공학과 교수 (Corresponding Author · GyeongNam National University · [ch-kim@gntech.ac.kr](mailto:ch-kim@gntech.ac.kr))

\*\* 종신회원 · 경상대학교 토목공학과 공학연구원 (Gyeongsang National University · [Lskang@gnu.ac.kr](mailto:Lskang@gnu.ac.kr))

\*\*\* 한국토지주택공사 토지주택연구원 (Land & Housing Institute · [hyojin@lh.or.kr](mailto:hyojin@lh.or.kr))

Received July 26, 2017/ revised August 12, 2017/ accepted August 16, 2017

있으나 그 인식의 정도나 활용성이 매우 낮다. 최근에는 BIM의 활성화로 BIM정보의 통합을 위한 건설정보분류체계에 대한 연구가 활성화 되고 있다(Cho and Ju, 2015; Jung et al., 2013; Hyun et al., 2012; Park et al., 2012).

건설공사에서 건설정보의 통합관리는 건설공사 및 유지관리를 위해 매우 중요한 요소가 되고 있으며, 근래에는 BIM과 연계하여 LCC (Life Cycle Cost), LCA (Life Cycle Analysis)분석 등에 활용되고 있다.

본 연구는 국내 정수장 시설물에 대한 각종 정수처리 절차, 관련 시설물의 설치 현황, 관련 연구자료 및 소요 자원 등의 자료 분석을 세부적으로 실시하여 정수장 시설물의 공사분할코드체계를 구축하는 것을 목적으로 하며, 이 분류체계는 다양한 정수처리 공법 등을 분류하여 정수장 시설공사의 Life-cycle 동안 소요되는 유지관리비용, 에너지 사용비용 산정 및 배출된 환경오염원의 규명 과 환경영향평가의 정량적 분석을 통한 자산관리와 BIM의 연계를 위한 코드체계로 활용될 수 있는 코드분류체계를 제안한다.

### 1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 국내에 설치되어 운영되고 있는 국내 정수장의 현황과 공통적인 시설물을 분석하여 분류한다. 국내의 정수장에서 운영되고 있는 정수시설은 지역 및 환경적 특성에 따라 정수공법 및 정수 시설물에 차이가 발생하고 있으며, 유지관리 측면에서도 차이

를 보이고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 운영되고 있는 지역별 정수장을 정수방식 및 정수시설별로 구분하여 시설물현황을 분석한다. 정수 방법에 따라 시설물의 설치가 달라지게 되므로 이러한 요인을 반영하여 시설물의 유지관리 및 경제성 분석 등에 활용할 수 있는 정수장 시설분류체계(Water Purification Plant Breakdown Structure, WPPBS)를 작성한다.

WPPBS를 구축은 국내 정수장 시설의 운영일지, 시공도면, 내역서 등의 자료를 검토하여 정수장의 공통시설 항목을 도출하고 국내 통합건설정보분류체계에 근거하여 분류기준을 설정하였다. 최종적으로 본 분류체계는 BIM과 연계하여 정수장의 자산관리 및 유지관리, LCC/LCA분석 등을 위한 정보통합자료로서 활용될 것이며, 구체적인 연구 절차와 활용방안은 Fig. 1과 같다.

### 2. 정수장시설 공사분할코드체계의 구성

본 장에서는 국내 정수장 시설의 현황 및 관련 시설물의 정수처리 절차 등을 분석하여, 국내에서는 아직 수행된 사례가 없는 정수장 시설물 분류체계(WPPBS)를 구축하기 위한 연구를 수행한다. 이를 위해서는 국내 정수장의 정수처리 시설물의 현황분석, 분류항목의 상세 설정, 분류단계 및 분류기준 결정, 코드체계 구성, 분류체계의 표준화 및 객관성 등을 결정해야 한다. 또한 향후 정수장 시설공사

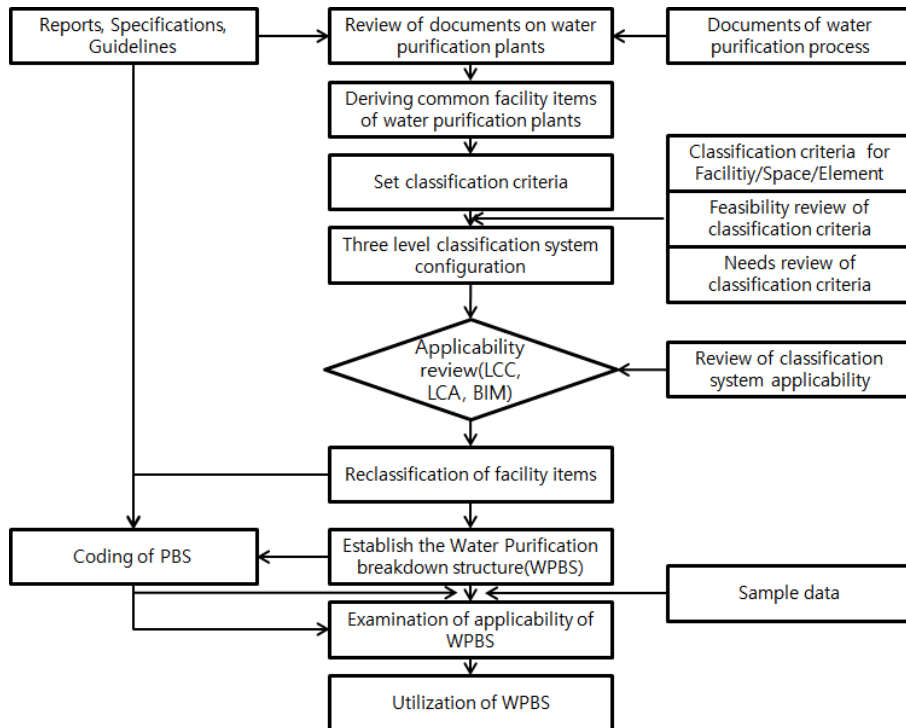


Fig. 1. The Research Method and Procedure

수행시 공사수행 계획 및 설계단계에서의 BIM, LCC/LCA 분석 및 자산관리에 활용할 수 있는 표준적이고 객관성 있는 분류체계가 가능하도록 구성한다. 자산관리를 포함한 시설물 공사관리에 활용할 경우 자원분류는 정부표준분류체계를 따르도록 한다.

## 2.1 분류기준 정의

### 2.1.1 분류기준의 개념정의

구성하는 WPPBS는 정수장 건설 및 유지관리에 관련된 자산관리, BIM, LCC 및 LCA 분석을 위한 기초자료로 활용되며, LCC/LCA와 WPPBS의 연계를 위해서는 WPPBS의 분류기준을 시설, 공간, 부위분류로 분류한다.

LCC 분석의 특성상 정수장 시설물 및 구조물의 생애주기 동안 소요되는 유지관리비 및 에너지 비용 등의 총비용을 적용하기 때문에 WPPBS의 분류기준을 시설물 및 설비분류, 공간분류는 시설물분류에 속하는 공간(면적) 및 구조물을 구성하는 객체, 부위분류는 중분류의 각 객체들을 구성하는 세부 장비, 자재, 도구 등으로 분류한다. LCC 분석은 시설물의 총소요 비용에 대한 분석이므로, 각 분류기준의 항목은 비용산출 및 집계 가능한 수준까지 분류한다.

LCA는 시설물에 투입, 제조, 소비 등에서 발생하는 환경오염원을 규정하고, 환경에 미치는 정도를 정량적으로 분석하는 방식이다. LCA와 WPPBS와의 연계와 분류기준 수립을 위해서는 정수장 시설물 및 구조물의 신축, 재건, 설치, 교체 및 철거 등에서 발생하는 환경오염원의 발생 구조물(시점)을 시설, 공간, 부위분류로 분류한다.

현재 KWATER에서는 수자원시설 표준분류체계를 구축하여 운영하고 있으며, 정보표준분류체계를 근거로 하여 시설, 부위, 공중으로 구분하였다. 그러나 정수장시설 분류의 경우 정수방법에 따른 시설분류가 미흡하고, 부위 분류는 시설의 모든 부위를 포함하고 있지 못하다. 본 WPPBS는 시설, 공간, 부위로 구분하고 부위는

토목, 건축, 전기, 기계 등이 모두 반영되도록 하여 차별화를 추구하였다.

Fig. 2는 WPPBS를 구성하기 위한 분류기준의 개념이며, WPPBS의 분류체계는 건설공사 공중분류체계(WBS) 방식 중 하 나인 나열형 분류(Faceted Classification, 파셋분류) 방식의 형식을 적용한다. 파셋분류는 분류항목들을 수개의 파셋(Facet)으로 구분 분류한 후, 이들을 합성하여 목적하는 분류항을 나타내는 분류방식이다. 또한 WPPBS의 객관성 확보를 위해서는 건설공사 공사참여자(발주자, 설계자, 시공자)의 관점에서의 WBS 구성원칙과 개념을 적용한다.

WBS 구성원칙과 개념은 크게 분석·합성의 관점과 건설공사의 비용 관점으로 판단한다. 발주자/설계자 관점에서의 정보분류는 필요한 시설물의 특성을 분석하여 시설물의 규모에 맞는 소요공간을 구성하며, 소요공간 구성을 위한 부위구조를 결정한다. 또한 시방서와 내역서 등을 작성하는 순서에 따라 설계를 완성시켜 나가는 분석적 원리가 적용된다. 시공자 관점에서는 자재, 장비, 인력의 자원을 투입하여 공정과정을 통한 시설물의 단위 부위를 시공하며, 부위들이 모여 공간을 구성한다. 이러한 공간들은 공간들의 집합체인 최종 시설물이 완성되는 합성의 원리가 적용된다. 건설공사의 비용 관점에서도 공사참여자들의 관점과 동일한 분석·합성의 원리가 적용된다. Fig. 2에서와 같이 건설공사 비용 관점에서는 모든 부위항목의 비용합계는 상위수준의 모든 구성요소의 비용합계와 동일하며, 최종적으로 전체 건설공사의 총비용과 투입 자원의 총비용과 동일하다.

## 2.2 분류기준 결정

WPPBS는 분류기준은 Fig. 2의 분류기준 개념과 Fig. 3의 분류 기준 구성안을 통해 결정한다. 또한 WPPBS는 WBS의 분류형식 중 파셋 분류체계 구성 개념을 기본으로 분류기준을 적용하며, 분류항목의 공통항목, 중복성, 통일성, 분류기준간의 적합성 및

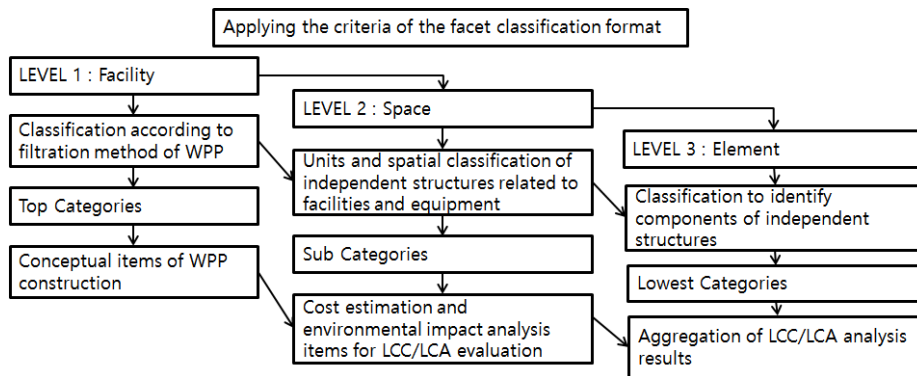


Fig. 2. The Classification Criteria for WPPBS Configuration

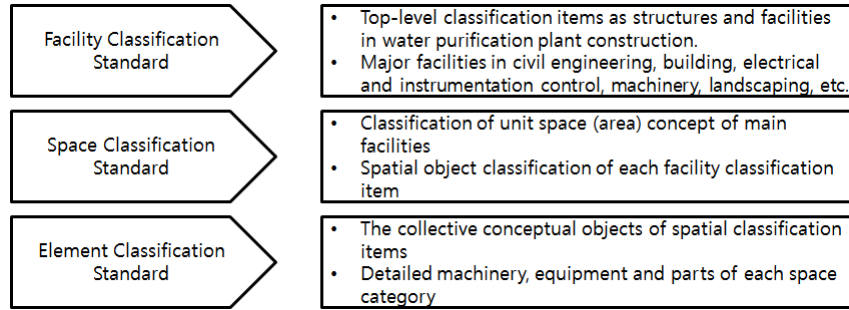


Fig. 3. The Classification Criteria for Water Purification Plant

객관성 확보가 주요 목적이다. 따라서 다음과 같은 WPPBS의 분류기준을 결정한다.

### 2.2.1 시설(Facility) 분류

- 정수장 시설(설비)의 여과방식별 최상위 단계의 분류 항목
- 정수장 건설공사의 건설공학적 개념 항목

### 2.2.2 공간(Space) 분류

- 시설(설비)분류에 해당되는 독립 구조물의 단위 및 공간(면적)을 구성하는 분류항목
- 정수장의 우수 정수를 담당하는 처리프로세스별 분류 항목
- LCC/LCA 평가를 위한 비용산정 및 환경영향도 분석 항목

### 2.2.3 부위(Element) 분류

- 공간분류의 각 항목을 구성하는 시설(설비) 처리프로세스의 세부 공사(설비)별 분류항목
- 독립 구조물 구성체계의 위치 파악이 가능한 분류항목
- LCC/LCA 평가의 분석 집계 및 LCC/LCA 분석의 최하위 항목

## 2.3 코드체계 구성

WPPBS의 분류기준이 결정되면 분류기준에 적합한 분류항목을 선별해서 나열한다. 또한 향후 전산시스템 적용과 표준적인 정수장 분류체계를 구축하기 위한 선별적 나열은 코드(Code) 부여 및 코드체계가 필수적이다.

WPPBS의 코드 부여는 각 단계별 분류기준에 따라 시설(F), 공간(S), 부위(E)로 표현하며, 단계별 세부항목의 코드 부여는 숫자(00~99)를 연계하여 표현한다. 또한 각 분류기준별 구분은 콜론(:), Colon)으로 표현한다.

WPPBS에서의 코드 부여 및 코드 체계는 다음과 같다.

### 2.3.1 시설분류코드

- 상위 분류항목의 코드 : 영문 대문자(F, Facility)
- 하위 분류항목의 코드 : 숫자(00~99)
- 최하위 분류항목의 코드 : 숫자(00~99)

### 2.3.2 공간분류코드

- 상위 분류항목의 코드 : 영문 대문자(S, Space)
- 하위 분류항목의 코드 : 숫자(00~99)
- 최하위 분류항목의 코드 : 숫자(00~99)

### 2.3.3 부위분류코드

- 상위 분류항목의 코드 : 영문 대문자(E, Element)
- 하위 분류항목의 코드 : 숫자(00~99)
- 최하위 분류항목의 코드 : 숫자(00~99)
- 추가 분류항목의 코드 : 숫자(00~99)

### 2.3.4 표현 방식

- 시설분류코드 표현 예  
F02 → 사여과 방식  
F02\_02 → 사여과 방식 중 급속여과 방식  
F02\_02\_01 → 사여과 방식 중 압력식 급속여과 방식
- 공간분류코드 표현 예  
S07 → 정수장 시설 중 침전지  
S07\_03 → 침전지 종류 중 고속응집 침전지  
S07\_03\_02 → 침전지 종류 중 슬러지 블렌킷형 고속응집 침전지
- 부위분류코드 표현 예  
E01 → 토목공사 부위  
E01\_05 → 토목공사 부위 중 구조물 공사  
E01\_05\_02 → 토목공사 부위 중 구조물 공사의 슬래브  
E01\_05\_02\_01 → 토목공사 부위 중 구조물 공사의 상부 슬래브

- WPPBS의 코드 표현 예  
F01\_01\_01 : S09\_01 : E01\_02\_01 → 정밀여과막(MF)을 설치한 침지식 막여과 방식의 침지식 여과지 기초(말뚝)공사

### 3. 정수장시설 공사분할코드체계의 적용안

#### 3.1 WPPBS 구성

본 절에서는 이상과 같은 분류기준, 분류코드, 구성 절차를 바탕으로 WPPBS를 구성한다. WPPBS의 구축을 위해서는 분류체계의 표준성, 통일성 및 객관성이 요구되기 때문에 다양한 분류기준을 설정하여 Figs. 4 and 5와 같이 2가지 적용사례를 제시한다.

Fig. 4는 시설분류기준의 분류항목을 건설공사 및 시설에 관련된 항목으로 구성하여 WPPBS를 구성한 사례이다. 공간분류기준의 분류항목은 정수장의 정수처리 시설물에 관련된 항목이며, 부위분류기준의 분류항목은 공간분류항목의 세부 부위 항목(부품, 자재, 장비 등)들로 구성되어 있다.

Fig. 5는 시설분류기준의 분류항목을 정수장 처리방식 및 공법에

관련된 항목(막여과 방식, 사여과방식, 막여과 고도처리 방식 등)으로 구성하여 WPPBS를 구성한 사례이다. 공간분류기준의 분류항목은 Fig. 4의 공간분류항목을 동일하게 적용하였으며, 부위분류기준의 분류항목은 공간분류항목의 공사단위별 또는 시설단위별 부위 부위 항목(토목공사 부위, 건축공사 부위, 전기설비공사 부위, 기계설비 공사 부위 등)들로 구성되어 있다.

#### 3.2 분류체계 제안

정수장의 시설관리 및 유지관리를 위해서 분류하는 방식에는 여러 가지가 있을 수 있지만 본 여누에서는 Figs. 4 and 5의 2가지 분류기준을 기준하여 2가지 방안의 WPPBS를 구축하고, 장·단점을 비교하여 가장 적절한 분류체계를 제시한다.

##### 3.2.1 WPPBS 1안

Fig. 6은 1안 활용 예를 나타낸 것으로, 시설분류의 “01. 토목시설”은 공간분류의 “003. 착수정”, “007. 막여과지”, “014. 공동구”와 연결되며, “01. 토목시설”에 연결된 각 공간분류항목은 부위분류

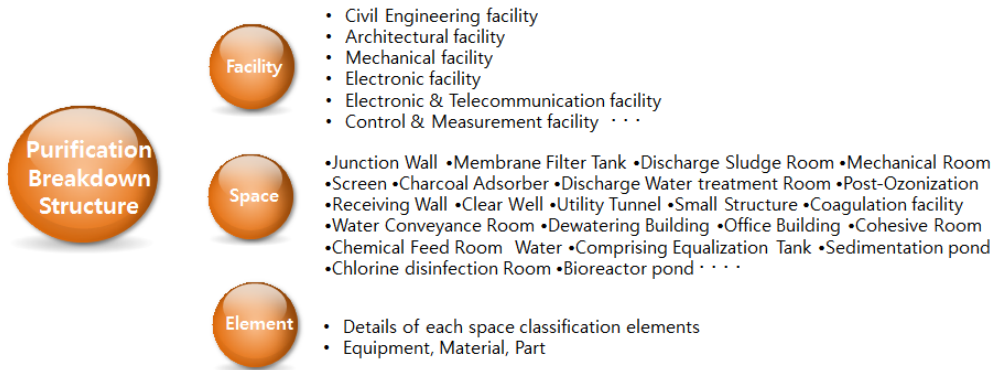


Fig. 4. WPPBS Model 1



Fig. 5. WPPBS Model 2

의 “01. 토목시설의 001. 기초공사”, “002. 관로공사의 001. 방류관”, “004. 구조물공사의 001. 슬래브, 002. 벽체, 003. 기둥” 등으로 연결되어 정수장 시설의 토목공사에 관련된 공간, 부위분류 항목이 결정된다.

Fig. 6에서 부위분류의 “03. 전기 및 계측제어설비”에 해당하는 WPPBS의 코드표현은 “06-010-03”으로 표시되며, 분류코드 표현을 통해 토목시설물 착수정의 계측제어설비 분류항목의 확인은 부위분류항목인 03. 전기 및 계측제어설비 항목에서 결정할 수 있다.

### 3.2.2 2안

Fig. 7은 Fig. 6에서의 발생된 분류체계 형식 오류 및 연계성 부족 등의 문제점을 수정하여 재구축된 WPPBS이다. Fig. 7에서의 부위분류항목인 “E01\_05\_01\_01 상부 슬래브”는 가압식 정밀여과막 방식(F01\_02\_01 정밀여과막(MF))을 적용한 상류식 보통침전지(S07\_01\_01) 구조물공사의 상부 슬래브(E01\_05\_01\_01)에 해당하는 분류항목이다.

Figs. 6 and 7의 WPPBS를 적용한 결과, Fig. 6의 WPPBS에서는 분류기준의 모호성, 부위분류항목의 적합성, 부위분류항목내의 항목별 연관성 및 전체 WPPBS의 구조적 불일치 등이 발생되어

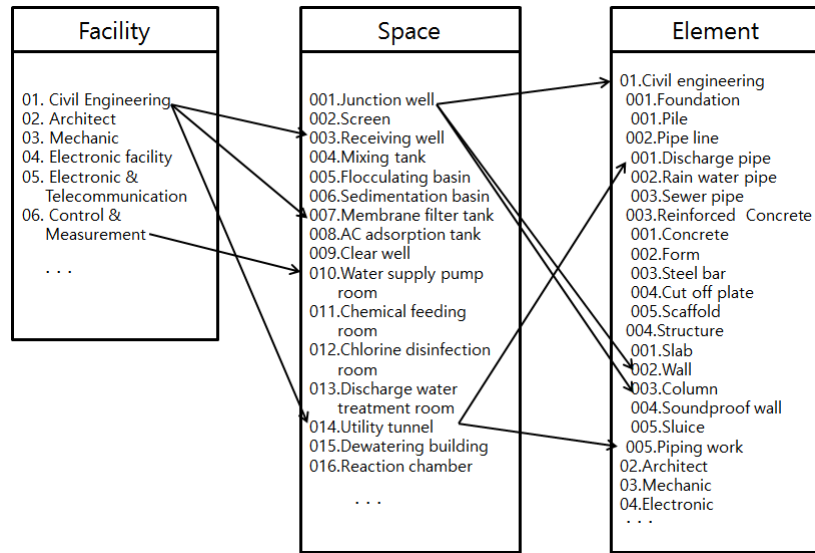


Fig. 6. Application Example of WPPBS Model 1

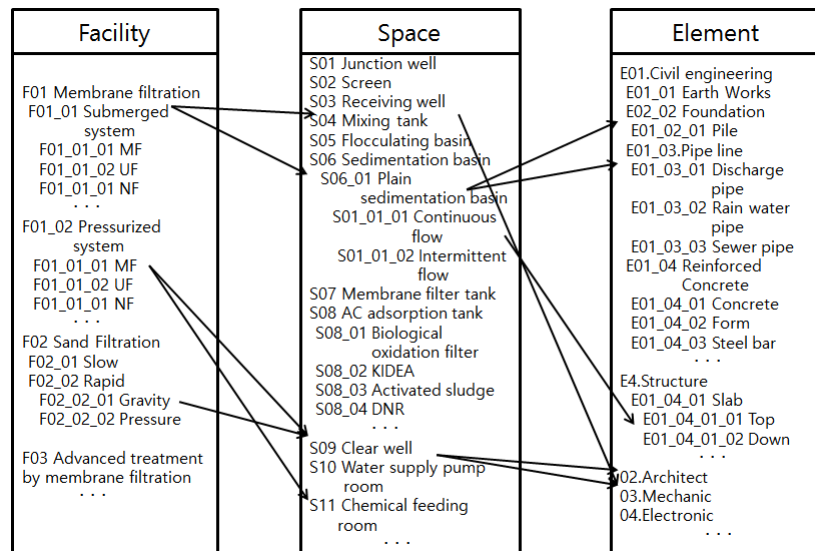


Fig. 7. Application Example of WPPBS Model 2



향후 실제 정수장 시설공사에 적용하기 위해서는 Fig. 7의 모델 2를 적용하는 것이 유리한 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구는 국내 정수장 시설물에 대한 표준적이고 체계적인 정수장 시설공사의 분류체계 구축을 통해 정수장 시설공사의 정보 통합과 유지관리를 위한 기본체계를 제공하는 목적을 갖고 연구를 진행하였다. 이러한 분류체계는 향후 BIM과 연계되어 정수장 시설공사의 LCC/LCA 분석, 자산관리 등의 적용을 위한 기본 자료로 활용될 수 있을 것이다.

WPPBS의 초기 자료 확보를 위해서 국내 정수장 시설의 현황분석, 관련 자료 분석, 정수처리 절차 분석, 내역서, 시방서, 공사관련 설계도서 및 문서 등을 분석하였다. 이를 통해 현재 국내에서 시도되지 않은 정수장 관련 분류체계를 국내 건설공사 분류체계에 준하여 파셋 분류체계 표현방식을 활용하여 구축하였다.

표준적이고 객관적인 분류체계 구축을 위해서는 분류기준의 객관성을 필요로 하며, 분류기준간의 상호 연계성 및 표준화도 요구된다. 따라서 본 연구에 구축된 WPPBS의 활용성 증대를 위해서는 기존 정수장 시설들의 시설(설비) 현황 및 관련 시설(설비)의 세부 항목의 표준화 및 객관성이 요구하며, 정수장 시설물 공사시 계획 및 설계단계에서의 WPPBS 적용이 필요한 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2016년도 경남과학기술대학교 대학회계 연구비지원에 의하여 연구되었음.

#### References

- Cho, G. H. and Ju, K. B. (2015). "Development on Extension contents of construction information classification for containing BIM elements." *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 16, No. 7, pp. 4942-4949 (in Korean).
- Cho, G. H., Ju, K. B. and Song, J. G. (2014). "Improvement of construction information classification for applying BIM." *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 15, No. 10, pp. 6379-6387 (in Korean).
- Hyun, J. H., Yang, B. S. and Moon, S. W. (2012). "Development of Urban Metro Maintenance Facility System Using Construction Classification System Management." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 13, No. 4, pp. 69-77 (in Korean).
- Jung, Y. S., Kim, Y., Kim, M. and Ju, T. W. (2013). "Concept and Structure of Parametric Object Breakdown Structure (OBS) for Practical BIM." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 14, No. 3, pp. 88-96 (in Korean).
- Ministry of Construction and Transportation. "Guidelines for maintenance of facilities." Part 9 Water and Sewerage (in Korean).
- Park, J. D. and Kim, J. Y. (2012). "A Study on the Categorization System of the BIM-Library." *Journal of The Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, Vol. 28, No. 5, pp. 119-126 (in Korean).