

강교량 제작 프로세스 모델을 기반으로한 WBS구축

Work Breakdown Structure(WBS) based on the Steel Box Girder Production Process Model

하 승 호* 김 석* 김 경 민** 박 찬 혁** 김 경 주***
Ha, Seung Ho Kim, Seok Kim, Kyoungmin Park, Chan Hyuk Kim, Kyong Ju

요 약

본 연구의 목적은 강교량 제작 현장에서의 효율적인 정보관리를 지원하기 위한 정보관리체계의 구축을 목적으로 한다. 이를 위해 강교량 제작 업무 프로세스와 제작공종별 발생정보의 흐름과 정보관리 레벨(Level)을 분석함으로써 업무 수행과정에서의 효율적인 정보관리를 지원하기 위한 WBS 구축방안에 대한 연구를 수행하였다. 강교량 제작은 다양한 제작공정을 거쳐 수행되며, 각 단계별 업무 목적 및 관행에 따라 다양한 정보관리 수준을 갖는 것으로 파악되었으며, 효율적인 공정, 원가, 자원 및 품질 등의 정보 관리, 공유 및 재활용을 위해서는 공종과 강교 거더의 부위 분류체계를 바탕으로 한 WBS의 구축이 바람직한 것으로 분석되었다.

키워드: 강교 제작 프로세스, 작업분류체계

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

강교량은 시공성, 공기단축, 품질확보 등의 장점뿐만 아니라, 비교적 장경간의 구조형식과 미관을 고려할 수 있어 국내 건설 시장에서 상당한 비중을 차지하고 있다. 가장 일반적인 강교 형식인 강상자형 교량의 강박스 거더는 강교 제작장에서 단품형식으로 제작되어 가조립을 거쳐 시공현장으로 운반 후 조립·거치된다. 시공과 제작이 따로 진행되는 이원화로 인해 제작장과 시공현장에서 발생하는 정보의 공유 및 활용이 어려운 실정이며 공정 및 원가 관리가 개별적으로 수행된다. 또한 공종별 발생 정보의 재입력·재생성이 이루어짐에 따라 문서화 작업 및 정보 축적이 비효율적으로 진행되고 있다.

강교 제작사업소에서는 공종별 업무 진척률에 대해 작업반별 작업일지를 근거로 측정하고, 원가 관리는 실행내역을 근거로 상이하게 이루어진다. 제작공정의 진척률 평가 및 예측을 위한 기법을 적용하기 위해서는 작업일보에 의한

공정관리와 실행 내역을 통한 원가관리가 통합되어 이루어질 수 있는 제반이 마련되어야 한다. 본 연구에서는 강교 제작의 공정별 발생 정보와 자재 흐름을 연계하여 원가, 공정, 자원 및 품질의 통합관리에 의한 관리업무의 효율성을 제고하고자 한다.

1.2 연구 방법 및 범위

본 연구는 강교제작공정에 대한 공정별 업무 특성을 분석하기 위하여 현장 실무자들의 자문과 제작 공장에서 수집·조사한 자료(작업일보, 실행내역 등)를 근거로 강교제작 공정을 분석하여 강교 제작 프로세스 모델을 정립하였다. 그리고 제작 공종별 발생 정보들의 계층구조를 정보분류체계에 기초하여 구성하였고, 각 공종별 특성에 따라 관리 수준을 선정하였다.

제시된 강교 제작 프로세스 모델과 공종별 발생 정보 등을 바탕으로 강교제작공정에 대한 공정·원가 통합관리 모델 구축을 위한 작업분류체계(WBS)를 제시하고자 한다.

* 학생회원, 중앙대학교 토목공학과, 석사과정
** 학생회원, 중앙대학교 토목공학과, 박사과정
*** 정회원, 중앙대학교 건설환경공학과 조교수, 공학박사

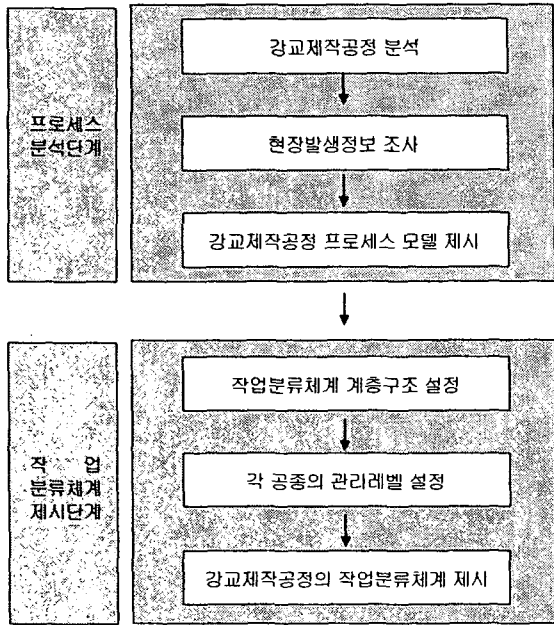


그림 1. 연구 절차

2. 강교제작 프로세스 모델 분석

2.1 강교제작 프로세스

실제 제작 공장에서 수행되는 공정은 복잡하기 때문에 강교제작공정의 프로세스 모델을 제시하기 위해 주요업무를 중심으로 작업단계를 분류하였다. 이는 강판입고·전처리, 강판 맞대기이음, 판넬 마킹·절단·천공, 판넬취부·용접, 대조립·용접, 가조립, 도장, 출하의 8단계로 구분할 수 있다.(그림 2)

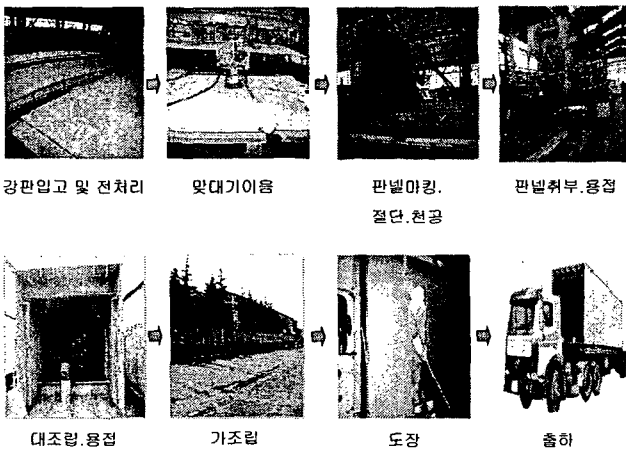


그림 2. 강교제작공정순서

'강판입고·전처리'는 강교량 박스 거더의 자재가 되는 강판을 반입하고 본 제작공정을 시작하기 전에 강판의 표

면을 깨끗이 처리하는 과정이다. '강판 맞대기이음' 공정은 강판 두께가 다른 변단면의 강박스를 제작하기 위해 실시되는 단계이며 '판넬 마킹·절단·천공'에서는 강박스를 이루는 플랜지, 웹, 다이아프램, 가로보, 세로보, 리브, 보강재와 같은 부재를 제작도면을 근거로 공작하는 단계이다. '판넬취부·용접'은 나누어져 있던 각 부재를 플랜지와 웹을 중심으로 리브와 보강재를 결합시키는 과정이며 '대조립·용접' 단계에서는 취부·용접된 강판을 조립하여 하나의 강박스를 만든다. 이렇게 완성되어진 박스들을 모아 단품의 연결상태, 캠버, 선형 등을 검사하는 '가조립'을 실시하고 가조립이 끝나면 강박스의 부식방지와 미관을 위해 '도장'을 실시하게 된다. 끝으로 도장이 끝난 강박스는 시공현장으로 최종 '출하' 된다. 앞에서 제시한 작업공정은 강교제작의 대표적인 작업단계로서 각 공정별로 품질검사가 이루어지며, 강교제작 감리의 승인 후 최종 단품을 출하하게 된다.

2.2 강교제작 공종별 발생 정보

강교제작시 발생하는 정보는 공정별로 5가지 형태로 분류하였다. 공통되게 입력되는 사항인 공사일반 항목과 원가관리, 공정관리에 필수적으로 필요한 자재정보, 인력정보, 장비정보, 그리고 각 공종별로 품질관리가 이루어질 때 필요한 품질검사항목으로 구분하였다.

표 1. 강교제작공정별 발생 정보

	강판입고·전처리	강판맞대기이음	마킹·절단·천공	판넬취부·용접
공사일반	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:
인력	직종: 작업인원: 작업시간:	직종: 작업인원: 작업시간:	직종: 작업인원: 작업시간:	직종: 작업인원: 작업시간:
자재	제품명: 규격: 입고수량(ton): 잔처리수량(ton): 단가: 제작사명:	작업수량(ton):	박스번호: 부재명: 작업수량(EA):	박스번호: 부재명: 작업수량(EA):
장비	투입장비: 장비대수:	투입장비: 장비대수:	투입장비: 장비대수:	투입장비: 장비대수:
품질	품질담당자: 치수검사: 상태검사: 표면조도검사: 도막상태검사:	품질담당자: 비파괴검사: Bead 육안검사: Bead 높이, 폭검사:	품질담당자: 규격, 재질검사: 마킹, 치수검사: 압연방향검사: 절단노치검사: 전각도검사: 구멍정각도검사: 구멍직각도검사: 구멍간격검사: 연단거리검사:	품질담당자: 부재맞춤도검사: 부재직각도검사: 부재간격검사: 음영외관검사: 음영치수검사: 음영결함검사: 부재변형검사: 부재결함도검사: 비파괴검사:
	대조립·용접	가조립	도장	출하
공사일반	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:	공사명: 작업일시: 작업명: 날씨, 온도:
인력	직종: 작업인원: 작업시간:	직종: 작업인원: 작업시간:	직종: 작업인원: 작업시간:	직종: 작업인원: 작업시간:
자재	박스번호: 작업수량(EA):	박스번호: 작업수량(EA):	박스번호: 작업수량(EA):	박스번호: 작업수량(EA):
장비	투입장비: 장비대수:	투입장비: 장비대수:	투입장비: 장비대수:	투입장비: 장비대수:
품질	품질담당자: 치수검사: 음영검사: 민첩도검사: 표면외관검사: 음영외관검사: 음영치수검사: 비파괴검사:	품질담당자: 전장, 지간검사: 캠버검사: 본드채움검사: 구멍준용검사: STUD용접타격검사: 이음부간격검사:	품질담당자: 도막두께검사:	품질담당자: SPLICE채움검사: 부재변형검사: 도장상태검사: 포장상태검사:

각 공정별로 발생하는 정보의 경우 공중별·작업반별 작업보고서, 작업일보, 품질기준서를 참고하여 작성하였다.

현장에서 이루어지고 있는 정보흐름을 조사·분석한 결과, 현장에서 발생하는 정보는 각 공중별로 작업반별 작업보고서·작업일지·품질검사서·작업지시서의 형태로 기록되며, 이를 바탕으로 작업일보를 작성하게 된다. 당일 현장 작업이 끝나는 시점에 작성되는 작업일보에는 모든 강교제작 관련 정보가 수록되어진다. 따라서 제작사에서는 작업일보(일일작업보고서)를 통하여 작업진척률, 장비, 인력, 자재 등에 대한 정보를 확인하고 관리하게 된다. 또한 한 달 동안 작성된 일일작업보고서는 월말에 취합되어 월별작업보고서로 작성되며 이를 근거로 기성신청도서가 작성된다(그림 3).

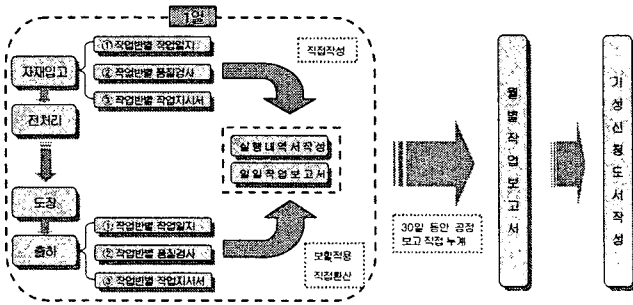


그림 3. 강교제작 공중별 발생정보의 흐름

강교제작공정의 정보 흐름은 각 공중에서 발생하는 정보를 기초로 작성된 작업일보의 형태로 취합된다. 따라서 강교제작에 대한 작업분류체계 또한 현장정보가 공중별로 취합될 수 있는 계층구조를 갖추어야 한다.

2.3 강교제작공정 프로세스 모델

앞에서 정리된 공정별 발생정보를 바탕으로 한 강교제작 프로세스 및 정보흐름을 나타내기 위하여 본 연구에서는 IDEF0를 이용하였다(그림 4, 그림 5).

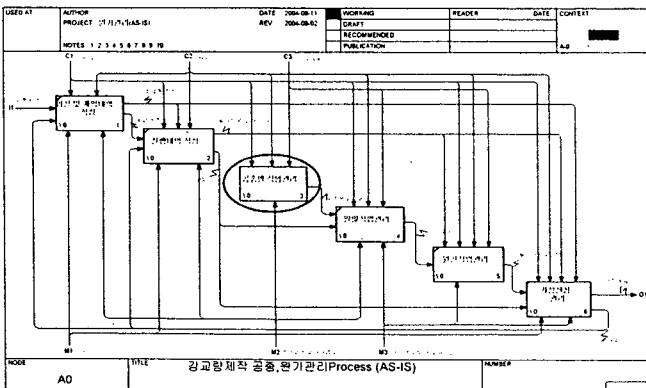


그림 4. 강교량제작 공중·원기관리 IDEF0

'그림 4'는 강교제작사업소에서 일반적으로 행해지는 입찰단계에서 최종 기성신청에 이르는 업무에 대해서 나타내고 있다. 이러한 업무를 분석한 결과, 공정별 작업관리단계에서 원가와 공정에 대한 현장 원천정보가 발생되고 이를 중심으로 전체공정에 대한 진척률관리와 실행내역관리가 이루어짐을 알 수 있다. '그림 5'는 공중별 작업관리의 프로세스 모델을 나타낸 것이다.

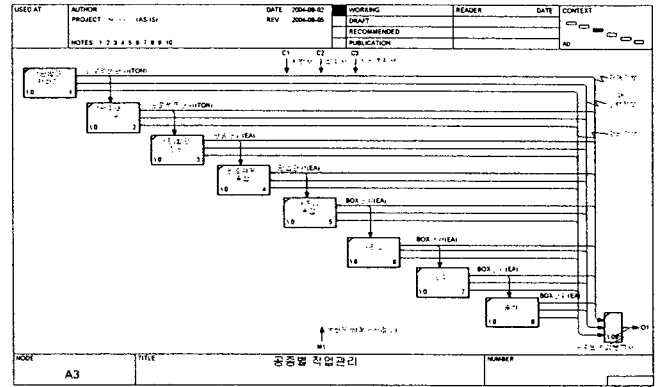


그림 5. 공정별 작업관리 IDEF0

모든 공중에서 자재정보, 인력정보, 장비정보의 형태로 발생하며, 이는 작업일보(일일작업보고서)에 활용되고, 이 중에서 자재정보는 다음 공중에서 제한 조건으로써 영향을 주게된다. 현장에서 사용되고 있는 공중별 작업보고서를 살펴보면 강관입고·전처리와 강관 맞대기이음의 경우 중량(ton)으로 나타나고, 마킹·절단·천공과 판넬취부·용접의 경우 부재별 개수(EA)를, 대조립·용접, 가조립, 도장, 출하의 경우 박스개수(EA)를 각각 작업물량 단위로 사용하고 있다(그림 5). 이처럼 강교제작공정에서 발생하는 정보들은 각기 다른 수준의 관리레벨을 가지기 때문에 작업물량에 대한 정보 관리에 어려움이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 작업분류체계 구축에 있어 공중에 따른 발생정보의 관리레벨을 각 공중의 특성에 맞추어 설정하였다.

3. 강교제작 공정에 대한 작업분류체계(WBS) 구축

3.1 작업분류체계(WBS)의 개념

작업분류체계(WBS)란 프로젝트의 전체 범위를 조직하고 정의하는 산출물에 근거한 프로젝트 요소의 그룹이면서 업무 수행 단계별 업무 계획 및 관리를 위해 프로젝트의 작업항목(Work Elements)을 논리적인 위계(hierarchy)로 구분한 체계를 말한다. 또한 작업분류체계는 건설사업의 업무와 다양한 발생 정보가 유기적으로 연계되도록 유도하여 건설산업 특성에 맞는 효율적인 정보공유 및 정보교환을 가능하게 할 수 있다.

작업분류체계를 구축함에 있어 공정관리의 관리수준이 상세할수록 보다 많은 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 지나치게 상세한 정보의 관리는 건설현장에서 공정 관련 자료수집과 정보시스템으로의 정보입력, 갱신 등과 같은 현장 공정관리 업무에 있어서의 비효율성을 초래한다(정영수외, 2000). 또한 하나의 정보 분류코드로부터 공사 정보에 대한 중복 추론이 가능하다면 공사정보에 대한 검색 및 식별, 정보취합 및 분석이 불가능하며, 정보분류체계의 실용성은 충족될 수 없다. 따라서 본 연구에서는 강교제작공정의 적절한 관리레벨을 정하고 이에 따라 작업분류체계를 구축하였으며, 관리업무에 필요한 정보를 효율적으로 취합하고 분석할 수 있도록 지원하기 위하여 각 분류 위계를 나누기 위한 기준으로서의 분류레벨을 사용하여 일관성을 유지하도록 하였다.

3.2 강교제작 공정의 WBS 구축모델 제시

본 연구에서 제시한 작업분류체계는 강교제작현장에서 작성되는 '공종별 작업보고서'와 '작업일보'에 근거하여 도출한 정보를 바탕으로 공종별로 발생하는 현장정보를 효과적으로 취합하고 관리하기 위해 공종분류 하위에 부위분류를 두는 계층구조를 갖도록 하였다. 즉, 공종분류는 현장정보가 공종별로 발생하기 때문에 강교제작이라는 프로젝트 하위에 각 공종들을 분류하였으며, 그 하위의 부위분류는 각 공종에 관여하는 부위(BOX, SPICE, 가로보, 세로보)를 두었고, 그 아래 각 부위의 위치에 따라 분류한 위치정보를 제시하였다. 이러한 작업분류체계를 통하여 최하위레벨에서 발생한 정보가 부위분류로 취합되게 되고 결국 공종을 이루는 부위분류 단위의 정보들이 모여 공종별 관리 정보가 생성되게 된다.

앞에서 언급한 바와 같이 강교제작공정은 여러 단위의 공종으로 이루어질 뿐만 아니라 단위 공종마다 발생하는 정보가 다양하기 때문에 효과적인 관리를 위해서는 적절한 정보 관리레벨을 정하는 것이 중요하다. 따라서 강판입고·전처리와 강관 맞대기이음의 경우 발생 정보의 관리에 있어 부위를 고려하지 않아도 되므로 공종분류 단위에서 관리가 이루어져도 무방하다. 이에 반해 마킹·절단·천공, 판넬취부·용접의 경우 플랜지, 웹을 포함하는 부위분류까지 관리해야 한다. 물론 상세하게 분류해야 할 부분은 더 낮은 레벨까지 세분하여 관리해준다(그림 7, 그림 8). 또한, 대조립·용접, 가조립, 도장, 출하의 경우 박스단위로 작업이 이루어지므로, 부위분류의 박스단위에서 정보가 관리되어야 한다(그림 9).

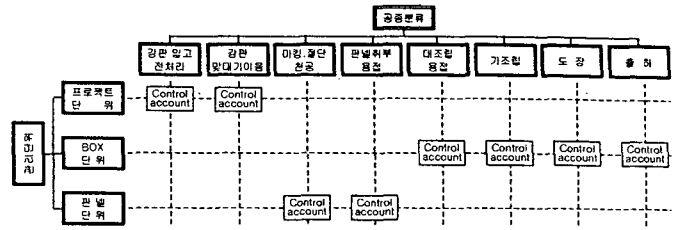


그림 6. 강교제작 공정의 관리단위

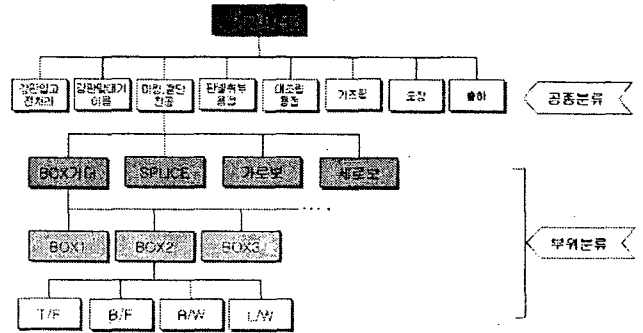


그림 7. 작업분류체계-1

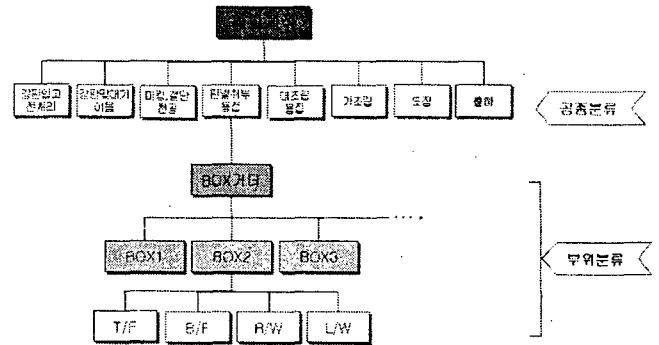


그림 8. 작업분류체계-2

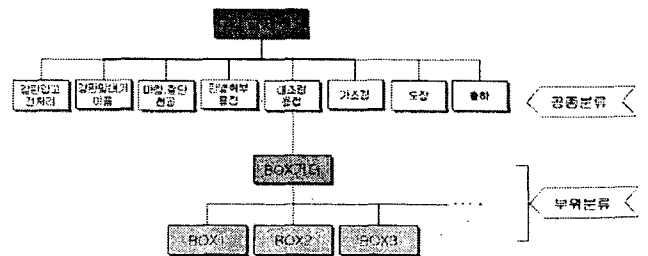


그림 9. 작업분류체계-3

4. 결론

강교량 제작공정에 대한 작업분류체계는 제작공정에서 발생하는 정보에 대한 생성 및 축적 그리고 재활용, 관리업무의 효율성 증대 등을 위한 핵심 기반이라는 측면에서 그 필요성이 절실히 요구된다. 따라서 본 연구에서는 강교제작 현장에서 이루어지는 강교제작공정의 업무 흐름과 공종별 발생정보를 분석하여 제작공정 프로세스 모델을 제시하고, 각 공정별 발생정보와 현장관리 정보를 중심으로 강교제작공정의 특성에 맞도록 계층구조를 가지는 작업분류체계를 구성하였다. 또한 작업분류체계를 제시함에 있어 발생정보들의 적절한 관리레벨을 설정하였을 뿐만 아니라 분류관점에 대한 일관성을 유지함으로써 강교제작공정에 적용할 수 있는 작업분류체계를 구축하였다.

본 연구를 통하여 제시된 작업분류체계를 바탕으로 강교량 제작현장에서 발생하는 정보를 활용한 원가, 공정, 자원 및 품질 등의 통합 관리 그리고 정보입력체계의 개선과 업무별 정보의 중복발생 방지 등 효율적인 관리업무가 이루어질 수 있도록 공정·원가 통합관리시스템 개발에 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 김정주의 4인, 건설 생산성 향상을 위한 설계·시공정보 통합관리 시스템 개발, 한국건설기술연구원, 1997
2. 송상훈, 건설현장 공사관리 프로세스 재설계, 서울대학교, 2002
3. 정영수·박현석·문지용, 공정원가통합관리 활성화 방안 -EVMS 현장적용을 위한 개선방안, 한국건설산업연구원, 2000
4. 한국건설기술연구원, 공공건설공사 공정-공사비 통합관리를 위한 토론회 자료실, 한국건설기술연구원, 2000
5. Daniel W. Halpin, Work Packaging for Project Control, Construction Industry Institute, University of Maryland, 1987
6. KBSI(Knowledge Based Systems, Inc.), IDEF Family of Methods for Concurrent Engineering and Business Re-engineering Applications, KBSI, 1998

Abstract

The objective of this study is to implement a WBS (Work Breakdown Structure) so as to support efficient information management through the construction process of Steel Box Girder Bridge. To meet this requirement, this study performs the analysis of the business process. Through the work, information flows and information management levels are identified. Information management in each manufacturing process was various in its level. For the efficient information management, sharing and utilization in schedule, cost, resource, and quality management, it is recommended to utilize a WBS composed of major work section and element structure of the steel box girder.

Keywords : Steel Box Girder Production Process, Work Breakdown Structure(WBS)
