

플랜트 4D의 효율적 공정연계체계를 위한 일정 및 도면의 개선된 연계방법론 구축

Improved Link System of Schedule and 3D Object for Visualizing Effective 4D Model on Plant Project

강인석* · 문현석** · 박서영*** · 윤선미****

Kang, Leen-Seok · Moon, Hyoun-Seok · Park, Seo-Young · Yoon, Sun-Mi

요약

기존의 4D시스템은 하나의 일정에 하나의 3D객체만을 연계하는 1:1링크체계를 활용하고 있으나, 방대한 수의 공정 및 3D Object를 가진 플랜트 시설의 특성을 고려하면 객체정보의 다중선택을 통한 일괄적인 링크체계를 구성할 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 플랜트 4D시스템 구축을 위한 개선된 일정 및 도면의 연계방법론으로서 다중객체의 표현방법론 및 양방향 연계방법론을 구성하였으며, 이를 위해 Interface Board 개념을 도입하였다. 즉, 현재 프로젝트에서 다중 링크되는 모든 항목들의 현황관리를 위한 별도의 전문화된 기능을 도입함으로써, 플랜트 4D시스템 구축의 개선된 링크방법론이 될 수 있고, 다중 링크과정에서 발생하는 각종 오류를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

키워드: 플랜트 4D, 일정정보, 도면정보, 양방향 링크체계, 인터페이스 보드

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

기존의 건축 및 토목시설물을 대상으로 하는 4D시스템은 그 연계체계가 공통정보코드에 의한 연계방식이었다. 즉 해당 시설물의 WBS코드를 중심으로 도면 및 일정을 연계하거나 혹은 개별적인 정보연계를 위한 별도의 매개체를 갖고 있지 않은 형태의 1:1연계방식이었다. 이와 같이 비생산적이고 비효율적인 연계방식으로 수행되는 개별 도면에 대한 일정정보의 연동은 방대한 수작업을 요구하였다. 이러한 일정 및 도면연계 과정은 우선 일정과 도면정보를 각각 WBS와 연계하고 이렇게 연계된 일정 및 도면정보들 간의 개별적인 링크과정을 수행한다. 그러나 수많은 구성품을 포함한 플랜트 4D시스템에서의 도면 및 일정의 연계체계는 각 정보간 신속한 연계가 가능하도록 기존의 링크방식을 획기적으로 개선할 필요가 있다. 이를 위해 1:1연계에 의한 개별적인 링크방식이 아닌 다중 혹은 양방향 링크가 가능한 1:n방식이나 부위별 복합 연계방법론을 구성할 필요가 있다. 그리고 다양한 산업분야(토목, 건축, 기계, 전기 등)에서 구성하는 개별적인 플랜트 3D모델을 효율적으로 선택하고 객체 링크 선택부위의 확인 및 체계적 관리를 위한 플랜트 3D정보의 링크대상 객체 표

현방식을 구성한다. 이에 따라 플랜트 분야에 특화된 일정 및 도면 연계 방법론을 구축함으로써 기존의 일정 및 도면연계방식이 획기적으로 개선될 것이다. 그리고 도면에서 일정, 일정에서 도면으로의 양방향 연계체계를 통해 신속한 연동 및 효율적인 연계정보의 관리가 가능할 것이다. 또한 향후 유사한 4D시스템의 개발시 기본적인 추가 모듈로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 기존의 4D시스템에서 활용되는 도면 및 일정의 연계방식의 문제점을 분석하였다. 이를 토대로 복합시설로 이루어진 플랜트 4D시스템의 개선된 도면 및 일정의 연계방식을 도출하였다. 이에 따라 일정 및 도면의 연계과정에서 발생하는 링크정보의 오류 및 선택된 링크정보의 효율적 관리를 위한 방법론 및 기능을 구성하였다. 그리고 개선된 일정 및 도면의 연계방법론을 검증하기 위해 플랜트 4D시스템의 주요 모듈로서 활용이 가능한 기본적인 연계시스템을 구축하였다.

본 연구는 건축 및 토목시설을 포함한 플랜트 시설물에 한정하며 플랜트 4D시스템에 요구되는 주요 일정 및 도면 연계방법론을 토대로 기본적인 연계시스템 개발을 범위로 한다.

2. 기존 4D시스템의 연계체계 문제점 분석

기존 4D시스템에 구현된 WBS(공통정보코드)중심에 의한 일정 및 도면의 연계방식은 정보의 입력 초기단계에서부터 일정과 도면정보의 공통기준으로서 WBS코드를 이용하고 있다. 그러나 이는 4D시스템에서 공정 및 도면 객체정보의 개별적인 연계완료 후, 상호 정보를 별도의 링크 과정을 통해 코드명을 생성시켜야

* 정회원, 경상대학교 토목공학과 교수, 공학박사, Lskang@gnu.ac.kr

** 정회원, 경상대학교 토목공학과, 박사과정, civilcm@gnu.ac.kr

*** 정회원, 경상대학교 토목공학과 선임연구원, 공학박사, car2112@hanmail.net

**** 정회원, 경상대학교 토목공학과, 석사과정, ysm5158@nate.com
본 연구결과의 일부는 2006년도 건설교통부 CTRM 연구과제 수행결과임

하는 불편함이 발생한다. 이는 초기 정보입력과 4D시스템과 공통정보코드의 활용성에 상당히 저하되는 요인이 되고 있다. 그림 1은 기존 4D시스템의 일정 및 도면 연계체계를 표현한 것이다.

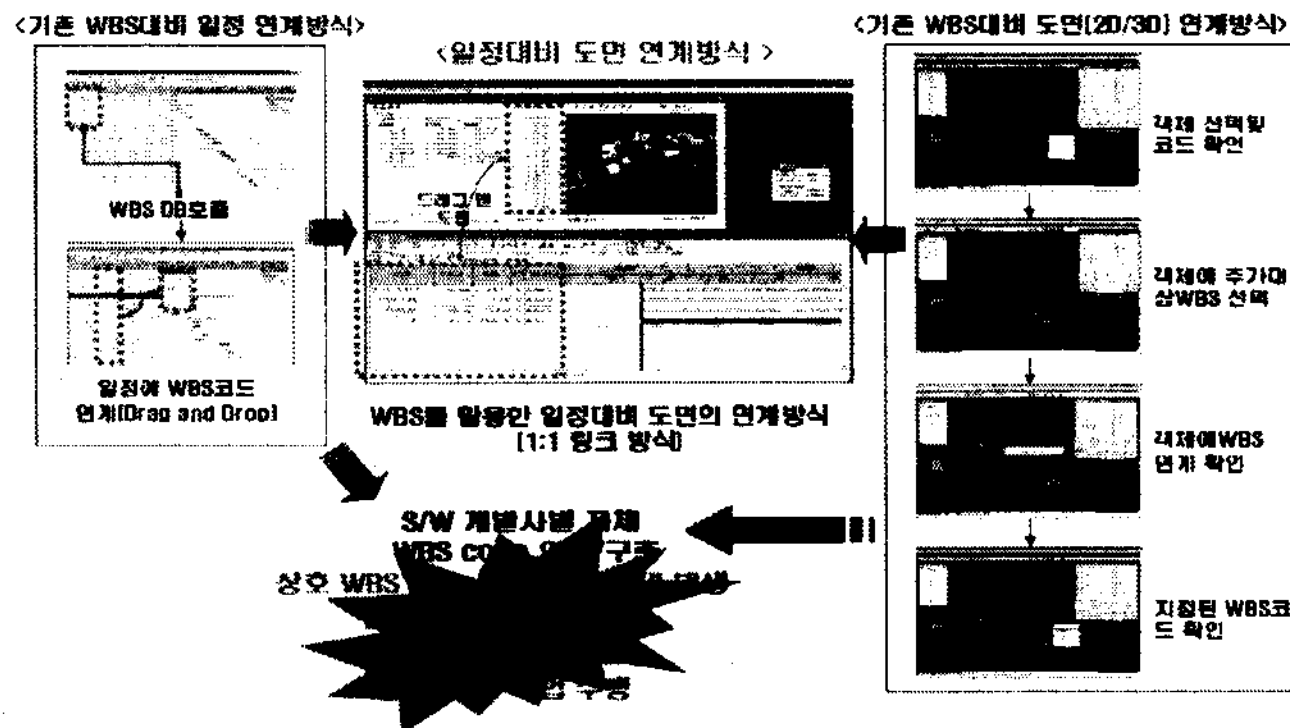


그림 1. 일정 및 도면의 연계체계 문제점

그림 1에서 제시된 기존 4D시스템의 일정 및 도면 연계과정을 보면 우선적으로 WBS 코드를 포함한 일정정보와 WBS 코드를 포함한 3D모델정보를 개별적으로 작성한다. 그리고 별도의 연계모듈에서 각각의 WBS링크코드 체계에 따른 맵핑(Mapping) 과정을 통해 일정과 도면의 연계체계를 위한 별도의 링크작업을 수행한다. 즉 일정 및 도면의 각 정보들이 개별적인 WBS링크과정을 거치게 된다.

이러한 링크체계는 적은 수의 액티비티를 가진 일정에 대해서는 일정별 3D모델의 개별적인 1:1연계가 가능하다. 그러나 2,000~3,000개 이상의 액티비티를 가진 플랜트시설의 공정정보를 3D객체와 연계할 경우 1:1 링크방식만으로는 링크과정에 상당한 인력과 시간의 낭비를 초래한다. 그리고 4D시스템 개발회사별로 자체적인 WBS 코드를 구성하여 연계·구축하고 있어 상호 표준화된 WBS코드의 호환성에 문제가 발생한다. 또한 상이한 WBS코드체계로 인하여 상호 연결된 데이터의 정보교환에 어려움이 발생하며, 표준화된 WBS의 구성과 액티비티 단위로 개별적인 링크작업으로 인하여 많은 시간적, 경제적 손실을 초래하는 문제점을 발생시킨다. 이와 같이 WBS를 기준으로 하는 개별적인 링크체계를 해결하기 위해 플랜트 모델의 일정 및 도면의 효율적인 객체선택 및 연계가 가능하도록 시급한 개선이 요구된다.

3. 플랜트 4D공정연계체계 개선 방법론

3.1 플랜트 3D내 링크대상 객체 표현방식 개선

1) Lock On/Off 및 Layer On/Off 기능 구성

기존의 4D시스템은 해당부위의 선택시 주위의 연관되지 않은 부위까지 3D 객체가 선택되어 정확한 부위의 선택이 어려웠다. 이를 위해 미리 링크된 객체들은 다른 객체들의 링크작업과의 간섭 및 중복선택을 피하고 3D객체들의 효과적이며 정확한 선택이 가능하도록 해당 레이어가 임시로 선택되지 않거나 화면에 표시되지 않는 기능을 구성할 수 있다. 이는 Lock On/Off와 Layer On/Off기능으로 구현한다. 즉 다양한 형태의 구성품으로 이루어진 플랜트 시설물들의 일정 및 도면의 기본적인 링크를 위해서는 코드링크가 소요되는 부위객체의 다중선택시 연관된 3D Object만을 선택하도록 한다. 그리고 나머지 객체는 선택되

지 않도록 Freeze하거나 투명도 값을 조절하여 해당 객체의 Layer가 표시되지 않도록 하는 기능을 구성한다. 또한 선택된 부위는 중복 선택되지 않도록 별도의 마킹을 통해 시각적으로 즉시 파악할 수 있어야 한다.

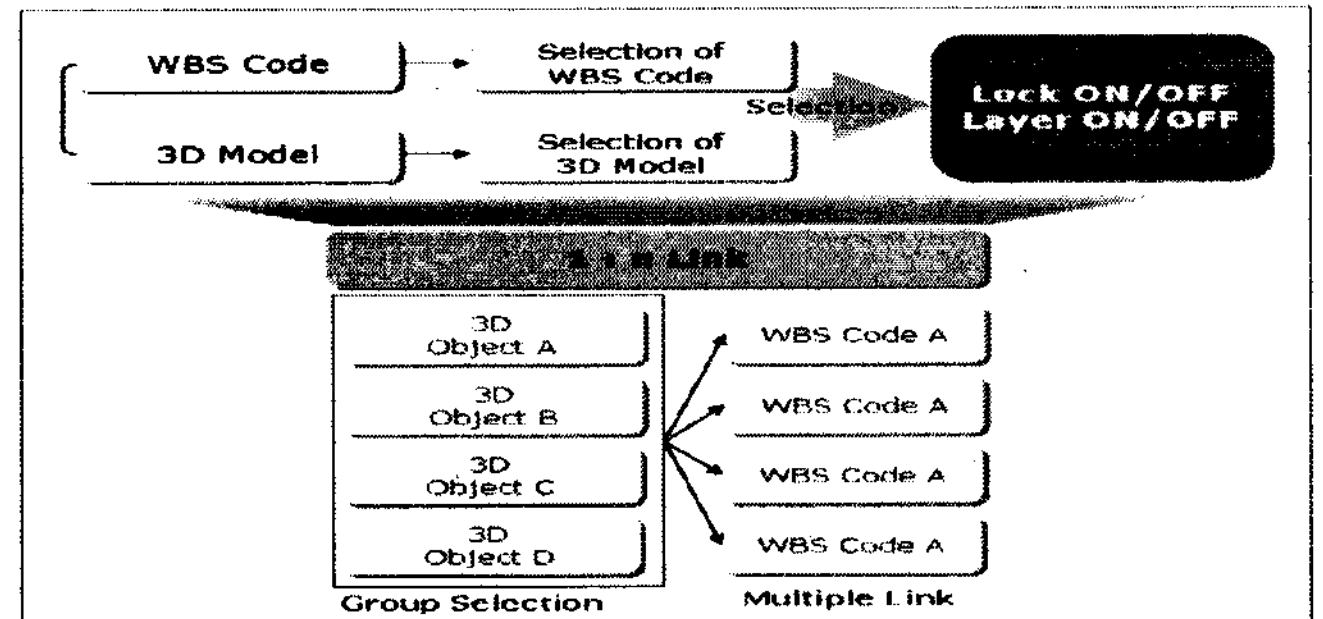


그림 2. 도면링크 대상 객체의 표현 및 링크방식 구성

2) 객체 링크 선택 부위의 마킹 기능 구성

플랜트 4D시스템에서는 3D모델의 WBS링크를 수행한 후 또 다른 3D객체를 링크할 때 선행 작업에서 수행한 링크된 3D Object가 무엇인지를 직관적으로 파악해야 한다. 즉 화면의 WBS코드에서 3D모델로 직접 Drag&Drop을 통해 링크할 경우 링크된 해당 Schedule, 3D Model, WBS 코드들이 일괄적으로 체크박스 혹은 색상변화를 통해 이를 표현할 수 있어야 한다. 이를 통해 해당부위의 링크여부를 파악함으로써 반복적 선택과정의 링크오류를 줄여주는 역할을 한다. 이를 위해 3D모델의 링크/미링크 부위의 파악이 가능하도록 별도의 Sorting과정을 통해 Pop-up창에 목록화함으로써 그 대상이 무엇인지를 파악한다. 그리고 선택되지 않은 3D모델에 WBS코드를 신속하게 링크할 수 있도록 시각화된 방식을 제공할 수 있어야 한다. 단순히 WBS코드를 통해 링크여부를 색상이나 마크표시로 확인이 가능하며, 해당 부위의 연결 상태를 Interface Board를 통해 표현함으로써 일괄적인 링크체계의 파악이 용이하도록 구현할 수 있다.

3) 부위별 복합 연계방식 구성

기존의 일정 및 도면연계체계는 1:1형태의 연계방식이었으나 본 연구에서는 다중객체 선택을 통한 다중 WBS코드가 부여되도록 부위별 복합연계방식 기능을 구성한다. 부위별 복합연계방식이란 플랜트 3D객체를 n개만큼 다중 선택하여 해당 객체가 속한 최상위 순위의 WBS코드를 링크함으로써 상위 WBS 코드가 포함되도록 일괄적인 링크를 수행할 수 있도록 하는 방식이다. 이는 3D객체가 다중 선택된 상태에서 해당 WBS코드 테이블로부터 객체 위로 Mouse Drag&Drop에 의해 링크작업을 간편화할 수 있다. 그리고 각 객체간의 WBS code 연관관계 확인이 용이하며 링크수행을 위한 빈번한 마우스 작업 및 작업화면 전환의 빈도를 간소화 할 수 있다. 본 연구에서 적용하는 플랜트 시설물은 수많은 부위와 세부적인 Object들로 구성되어 있다. 따라서 부위별 복합 연계방식을 통해 링크대상을 레이어의 형태로 구분하고 이를 Layer에 따라 일괄적인 링크를 수행함으로써 4D 구현을 위한 일정에 따른 3D모델의 신속한 연계가 가능하게 된다.

3.2 플랜트 4D의 개선된 일정 및 도면 연계방법론 구성

1) Interface Board 구성

기존의 4D시스템은 주로 토목시설의 수평객체링크를 통하여 개별적인 링크작업을 수행하였으나 이는 단순히 1:1링크작업의 코드 현황만을 파악할 수 있었다. 이를 해결하기 위해 Interface Board라는 별도의 내부모듈을 구성하여 링크과정이 이루어지는 작업현황을 인터페이스에 기록할 필요가 있다. 이는 일정에서 도면으로 혹은 도면에서 일정으로 연계할 때 소요되는 WBS링크의 중간과정을 생략하게 된다. 이에 따라 수많은 링크작업이 요구되는 일정과 도면의 링크 작업 수를 획기적으로 줄여주는 역할을 한다. 그리고 링크과정에서 연계되는 Activity 혹은 3D객체가 무엇인지를 Interface Board를 통해 확인이 가능하므로 링크되는 객체정보를 종합적으로 표현할 수 있다.

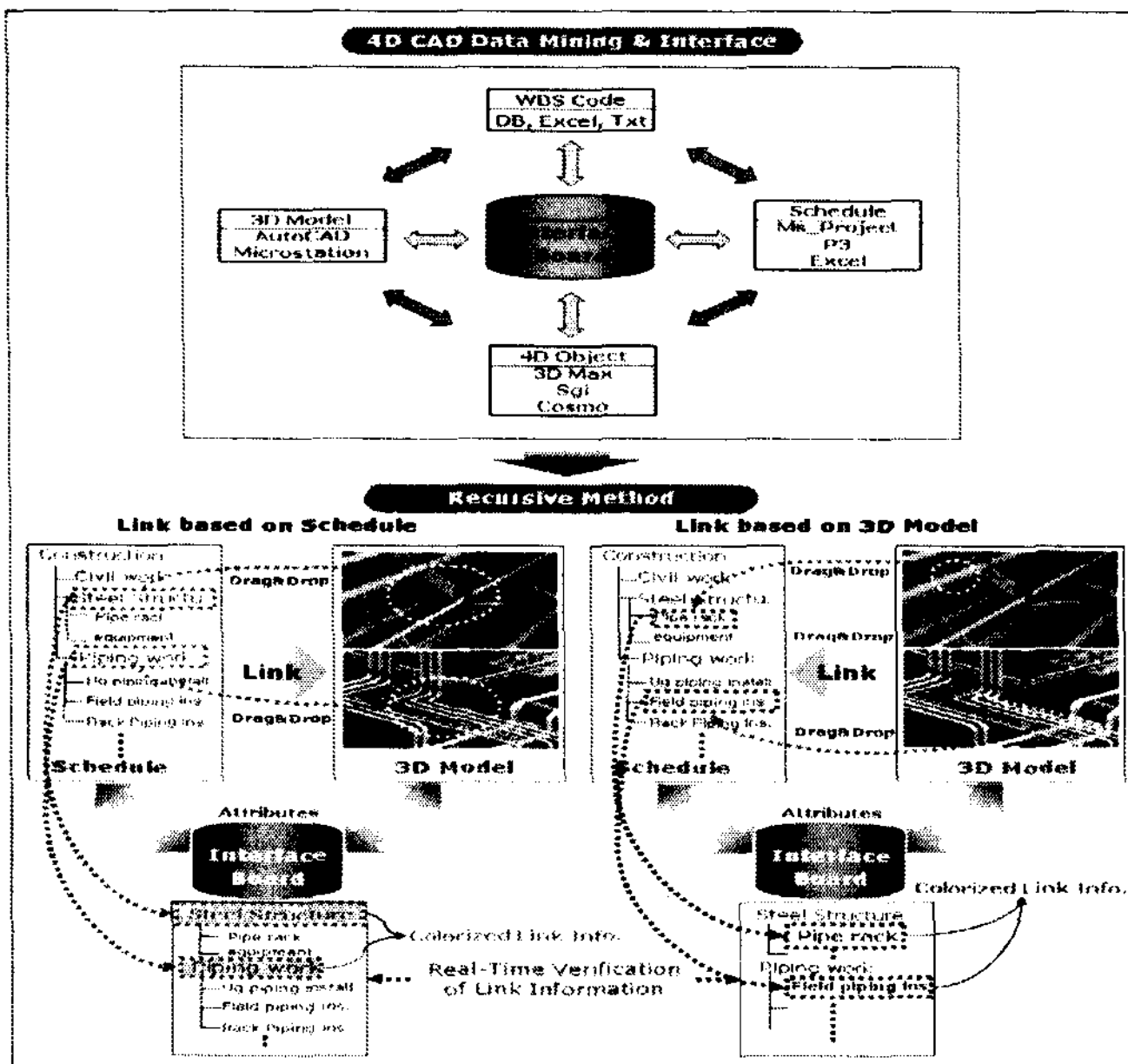


그림 3. 일정 및 도면연계를 위한 Interface Board 구성

그림 3은 객체링크상황의 종합적인 정보를 즉시 표현하도록 하는 Interface Board의 구성도와 이를 기반으로 구현된 일정 및 도면의 양방향 연계체계를 표현한 것이다. 즉 일정 및 도면의 연계정보를 실시간으로 Interface Board를 통해 파악할 수 있도록 구성하였다. 이는 일정기반의 링크체계에서 왼쪽의 일정정보로부터 해당 3D모델정보에 직접 Drag&Drop을 수행함으로써 하부 일정정보를 가지는 객체들의 일괄적인 링크가 가능하도록 구성한 것이다. 그리고 링크되는 정보들의 속성 값을 통해 Interface Board에 표시된다. 또한 3D 모델기반의 링크체계는 오른쪽 화면의 3D모델에서 일정정보로 Drag&Drop을 통해 연계를 수행하며 링크정보가 실시간으로 Interface Board에 구현된다. 따라서 기록된 정보의 순환방식을 통해 반복적으로 일정 및 도면을 연계하며 해당 링크정보들이 저장됨으로써 관련된 타 정보를 연계할 경우 기록된 정보의 재활용이 가능해지는 특징을 가진다.

2) 일정 중심 도면 연계 방법론 구성

일반적으로 WBS를 활용한 연계방식은 WBS코드를 기준으로 한 연계방식이다. 이는 WBS코드를 기준으로 한번씩의 연계과정을 통해 링크하게 되며 최종적으로 일정과 도면연계를 위해 2차에 걸친 링크과정을 요구하였다. 그러나 본 연구에서는 WBS코

드를 기준으로 연계하되 중심매개체가 WBS가 아닌 이를 포함한 Schedule정보가 중심이 되어 도면과 링크되는 방식을 제안하였다. 그림 4는 일정객체 중심의 링크체계 방법론을 제시한 것이다.

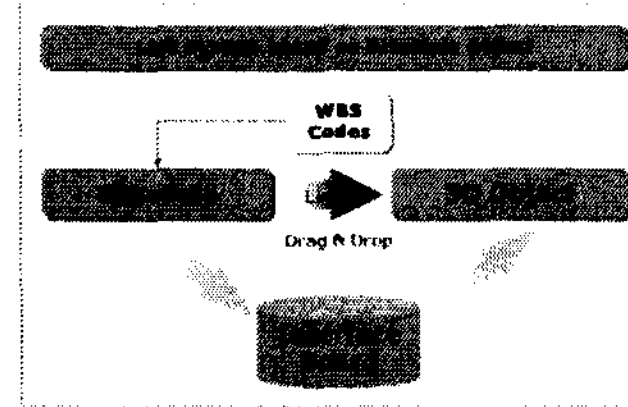


그림 4. 일정객체 중심 링크체계 구성

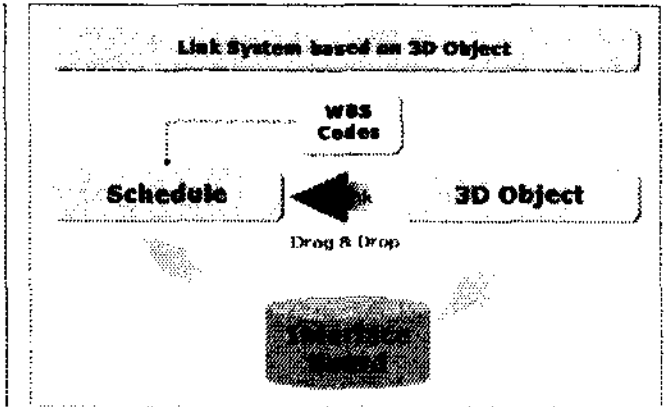


그림 5. 도면객체 중심 링크체계 구성

즉 화면 왼쪽의 Schedule(WBS포함)항목을 우측의 도면(3D Object)에 Drag&Drop을 이용하여 직접적으로 링크시키는 방식이다. 미리 작성된 일정에 WBS를 포함시키고 도면과의 WBS연계과정을 생략하여 WBS가 포함된 일정(Schedule)을 직접적으로 도면과 링크한다. 이는 Interface Board를 통해 실시간으로 도면과 일정이 연계되는 링크정보가 나타나고 자동적으로 도면정보는 WBS를 포함하여 일정기반의 도면링크가 간편하게 수행될 수 있다.

3) 도면 중심 일정 연계 방법론 구성

도면 객체중심 링크체계란 앞에서 제시한 일정 객체 중심 링크체계와는 반대로 WBS를 포함한 3D모델을 직접적으로 일정에 Drag&Drop함으로써 3D모델 중심의 일정을 연계하는 방식이다. 이는 별도의 일정과 WBS를 링크과정을 생략하게 된다. 그림 5는 도면객체 중심의 링크체계 방법론을 제시한 것이며 화면 우측의 도면정보(3D Object)를 좌측의 Schedule(WBS)에 링크시키는 방식으로 활용된다. 이와 같이 도면 객체 중심 링크체계는 Interface Board에 저장된 링크정보를 도면객체가 포함하고 있어 별도의 2중적인 링크과정을 생략하여 일정객체 중심 링크체계와 함께 양방향 링크가 가능하도록 한다. 이에 따라 도면정보를 선택하는 일정정보를 선택하는 두 정보들은 Interface Board를 통해 각각의 링크정보를 포함하고 있으므로 신속한 일정 및 도면의 연계체계가 구축될 수 있다.

4. 플랜트 4D의 일정 및 도면연계 시스템 구축

4.1 일정객체 중심 링크 화면 구성

일정객체 중심의 3D 모델링크체계는 일정에 포함된 WBS 코드를 기준으로 3D객체를 연동하게 된다. 즉 Import된 3D Model은 각 오브젝트 단위로 분할되어 있고 이는 각각 Layer명을 부여하여 Layer Control dialog box를 통해 관리된다. 우선 링크대상 3D객체를 선택하기 위해 Layer Control Dialog box에서 링크대상 Layer를 선택하고 LaySelect버튼을 클릭하면 그림 6의 왼쪽 상단에 제시된 것과 같이 해당 3D객체가 선택되는 것을 확인할 수 있다. 선택된 3D모델과 일정간의 연동을 위해 일정정보들이 WBS Code로 인식되어 있기 때문에 WBS Window의 해당 WBS Code를 선택하고 지정된 3D 모델로 Drag&Drop 함으로써 일정과 3D모델을 일정기반으로 연동할 수 있게 된다.

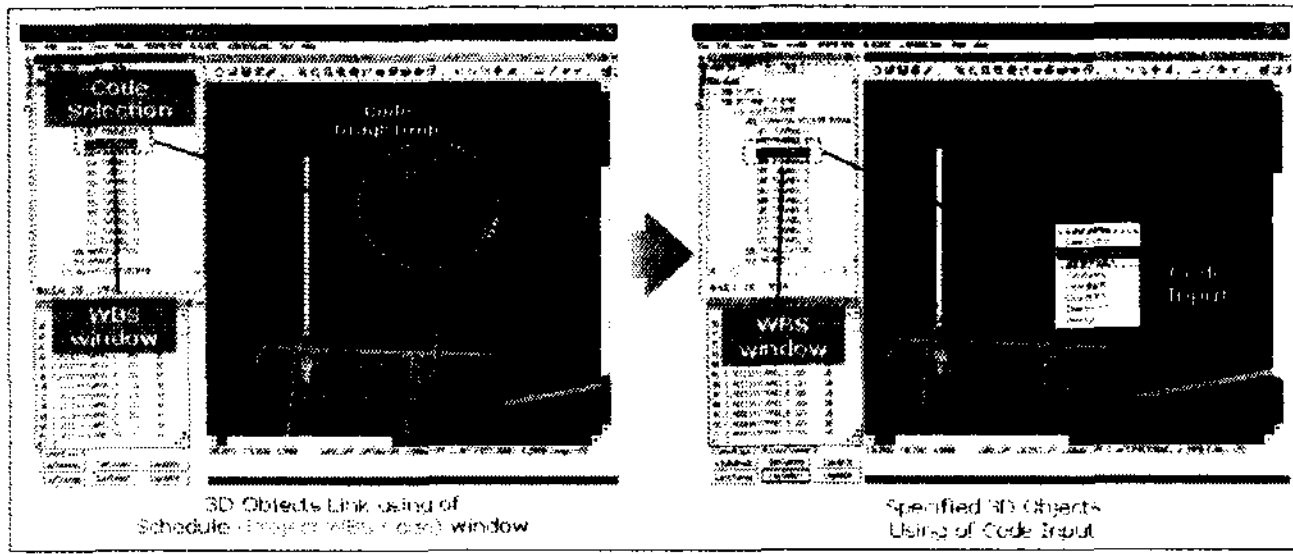


그림 6. 일정객체 중심 링크 화면 구성

또한 선택된 3D모델을 Right-Click하면 WBS Code(Schedule) 입력을 위한 Pop-up창이 뜨게 되며 이를 통해서도 해당 코드를 부여하여 일정(WBS)기반의 3D모델을 간편하게 연동할 수 있다. 일정기반으로 링크된 3D모델은 Star-Tree를 통해서도 간편하게 링크할 수 있으며 WBS Code기반의 3D모델을 구현할 수 있다.

4.2 도면객체 중심 링크 화면 구성

도면 객체 즉 3D모델 중심의 링크체계는 선택된 3D객체에 해당하는 일정(WBS)으로 직접적인 링크를 통해 연동하게 된다. 일정객체 중심의 링크체계와 같이 Import된 3D도면은 각 오브젝트 단위로 분할되어 있고 이를 각각 Layer명을 부여하여 Layer Control dialog box를 통해 관리되고 있다. 그림 7은 선택된 3D모델을 기반으로 하는 도면객체 중심의 일정(WBS) 연계체계를 구현한 화면이다.

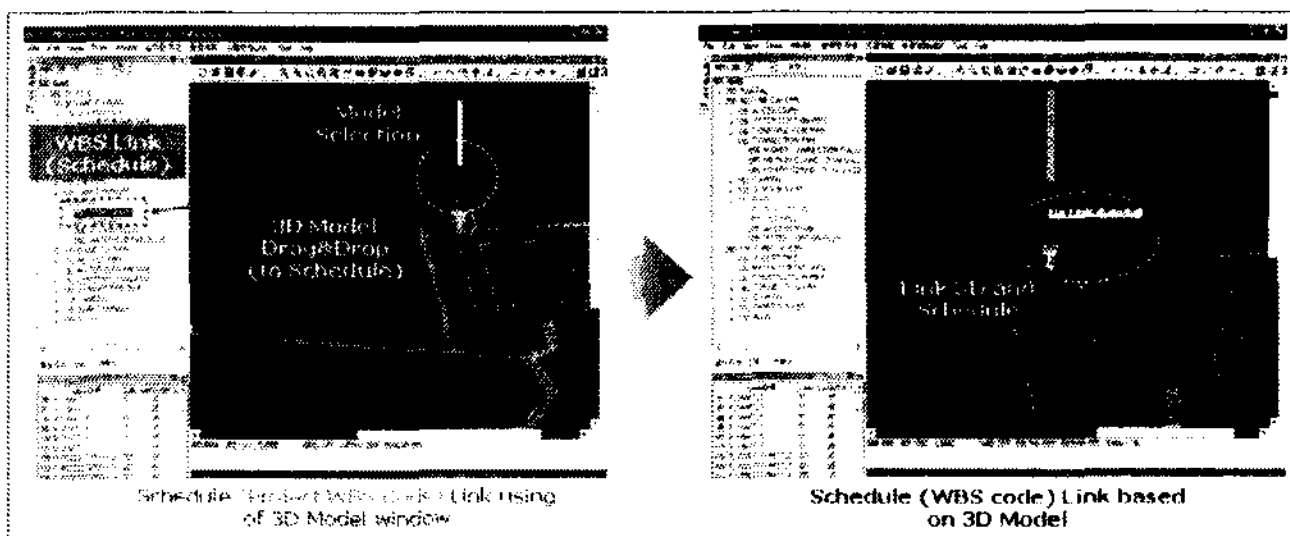


그림 7. 도면(3D Model) 객체 중심 링크 화면 구성

그림 7에서 구현된 링크 대상 3D객체의 선택과정은 그림 6에서 제시된 방식과 같다. 이처럼 선택된 3D모델로부터 일정(WBS)간의 연동을 위해 WBS코드로 인식된 일정정보 액티비티들의 선택에 따라 단순히 Drag&Drop기능만을 가지고 일정과의 링크체계를 3D모델기반으로 연동하게 된다.

이와 같이 일정과 도면의 링크체계는 일정에서 도면으로 도면에서 일정으로의 양방향 연동체계를 구현하며 사용자로 하여금 직관적인 인터페이스를 제공함으로써 링크체계의 간편화를 구축하였다. 또한 수많은 일정과 3D모델의 다중선택을 통한 일괄적인 Drag&Drop링크체계를 구현할 수 있어 기존의 4D시스템에서 발생된 링크과정의 인력 및 시간을 상당히 감소시킬 것으로 기대된다.

5. 결론

기존의 WBS를 기준으로 한 1:1형태의 개별적인 연계방식을 통해 상호 WBS 코드의 호환성, 링크과정의 시간적·경제적 손실, 중복된 4D작업 수행 등의 많은 문제점이 발생되었다. 이를 위해 본 연구에서는 객체의 다중선택을 통해 일괄적 링크가 가능하도록 1:n방식의 일정 및 도면의 양방향 연계체계를 구성하였다. 그리고 링크객체의 효율적이고 신속한 선택을 위해 Lock On/Off 및 Layer On/Off 기능, 객체 링크 선택부위의 마킹 및 부위별 복합 연계방식 등 다양한 링크대상 객체 표현방법론을 제안하였다. 또한 링크정보의 종합적 표현을 위한 Interface Board라는 새로운 방법론을 도입하였으며 구성된 방법론을 검증하기 위해 기본적인 연계시스템을 구축하였다.

따라서 본 연구에서 제안한 방법론 및 연계시스템 구현을 통해 플랜트시설의 일정 및 도면의 링크과정 수행시 발생하는 객체선택 오류의 감소 및 정확하고 효율적인 링크가 가능하게 된다. 그리고 일정에서 도면, 도면에서 일정으로의 양방향 링크작업을 통해 신속한 연계작업을 수행할 수 있다. 이러한 체계는 향후 유사 시스템의 기본적 연계모듈로 적용이 가능하고 관련 링크체계 개발을 위한 기반 정보로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 강인석, "건설관리분야 4D시스템의 기능분석을 통한 활용성 개선방안", 대한건축학회 논문집, 대한건축학회, 제18권 제10호, 2002, pp. 85-92
2. 강인석, 지상복, 김창학, "공동정보이용 방식에 의한 4D CAD 시스템의 공사정보관리 개선방안 연구", 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, 제24권 제5호, 2004, pp. 759-765
3. L. S. Kang, "4D System for Visualizing Schedule Progress of Horizontal Construction Project Including Earthwork", CONVR proceedings, Orlando, 2006

Abstract

Existing 4D systems are using the 1:1 link system that directly links a schedule and a 3D model object. But considering that plant facility includes various kinds of schedule and 3D model object, this study suggests an improved link methodology of multi-selected objects and two-way link system for minimizing link errors which generated in case of multi-selected objects. For the link system, this study introduces a new concept called as interface board. Interface board can be used as an information center for representing all information of link items in the current project. It may be expected that 4D model can build an effective and rapid link system of plant project by this new approach.

Keywords : Plant 4D, Schedule, 3D Model, Two-Way Link System, Interface Board