

컴퓨터를 이용한 선시공

전윤승 / 연구개발부 사원

오늘날 대부분의 공사는 점점 복잡해지고 보다 많은 위험을 내포하고 있다. 도심에 10층의 건물을 건설한다면, 타워 크레인이 어느 곳에 위치해야 주변 건물에 대한 위험을 줄이고 가장 편리하게 공사를 수행할 수 있을까? 설비 배관을 위하여 Opening이 있어야 하는데 과연 위치가 정확한 것인가? 지하 구조물에는 정확히 어느정도의 콘크리트 물량이 필요한가? 등등 헤아릴 수 없이 많은 문제들이 공사전 또는 공사중 발생할 것이다.

이렇게 많은 문제점이나 위험요소를 사전에 해결하여 신속하고 정확하게 공사를 수행할 수는 없을까? 가장 좋은 방법으로는 공사를 한번 수행해본 후에 문제점을 해결하고 공사를 수행하면 되지 않을까? 이것은 현실적으로 불가능한 얘기다. 우선 같은 공사를 어느 곳에서 해볼 것인가. 그 기간은 어찌할 것이며, 그러한 것이 해결된다고 하더라도 한 공사를 수행하는데 두 배의 비용이라니… 하지만 방법이 있다. 바로 컴퓨터를 이용한 선시공이다.

지금부터 컴퓨터를 이용한 선시공에 대하여 현재 수행되고 있는 지하철 6·6공구 삼각지 정거장 프로젝트를 중심으로 설명하고자 한다. 삼각지 정거장 프로젝트는 크게 두 가지의 목적을 갖고 수행되고 있다. 첫째 목적은 전반적인 정거장 구조물에 있어서 콘크리트 구조물과 설비 구조물들의 Walk Through(3차원 CAD상에서 사용자가 가고자 하는 곳으로 돌아다니며 살펴 볼 수 있는 것을 말함)를 통하여 문제점을 미리 파악하여 실제 시공시 모든 문제점들을 해결할

수 있도록 하는 것이다. 둘째로는 삼각지 정거장에 소요되는 콘크리트 물량을 정확히 산출하는 것이다. 그외에 시공 도면을 자동으로 뽑아낼 수 있도록 하는 것과 Graphic Animation을 고려하면서 이 프로젝트는 진행되고 있다.

사용 소프트웨어

1. Microstation CAD

국내에서는 거의 AutoCAD를 사용하고 있으나, 외국에서는 AutoCAD보다 오히려 점유율이 높다. Intergraph사에서 만든 범용 CAD 프로그램이다.

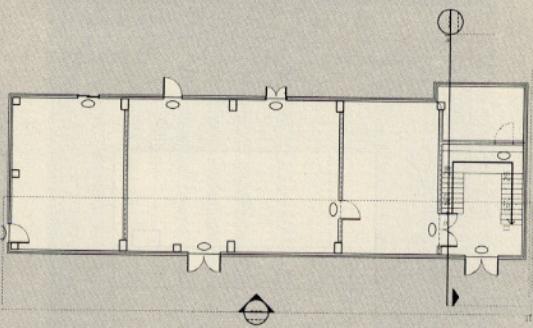
2. Project Architect

- Microstation CAD하에서 운영
- 자동적인 Level 및 Symbol 관리
- 단면 및 입면, 3차원 모델 자동 생성 기능
- 지붕설계
- Class Codes(건축 설계 자료 구축 및 표준화)
- Project Database(물량 산출, Room의 마감재에 대한 보고서 작성)
- 다양한 2차원/3차원 Symbol 제공

3. Project Engineering HVAC

- 장치, 덕트 제공
- 3차원으로 모델링
- Single Line으로 설계 후 3차원 Surface로 변경
- 덕트의 Size를 각종 Factor에 의하여 Auto Sizing 가능

4층건물을 컴퓨터로 선사공한 예



〈그림 1〉 1층 평면도

- 각 모델간의 간섭 Check 가능 : MIC (Model Interference Checker) 소프트웨어

4. VRCreator(VREAM)

- DXF 또는 3D Studio Model을 받음
- Real-time Phong Shading
- Virtual Reality 응용 프로그램
- Space Mouse를 이용한 Walk Through 실현

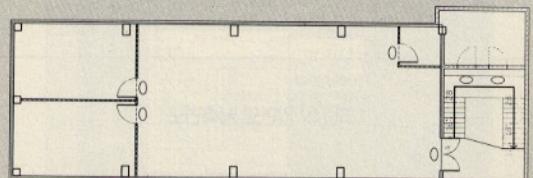
(예)

편의상 지하철 6-6공구 삼각지 정거장과 같은 복잡한 예를 드는 것을 생략하고, 다음과 같은 간단한 4층 건물을 예로 들었다.

〈그림 1〉, 〈그림 2〉, 〈그림 3〉, 〈그림 4〉와 같은 4층 건물을 2D에서 그림들과 같이 Drawing 하면, 〈그림 5〉와 같은 형태의 입면도뿐만 아니라, 원하는 부분의 단면도를 자동으로 추출할 수 있으며, 〈그림 6〉과 같은 3D Modeling이 자동으로 생성된다. 그리고, 물량을 추출하면 Column, Wall, Slab, Door 등의 개체별로 〈그림 7〉과 같은 Microsoft Excel File이 생성되어서 정확한 물량을 산출할 수 있다. 여기서 만들 어진 〈그림 6〉과 같은 Model(DXF 파일)을 3D Studio로 받아들여서 여러가지 추가작업을 거친 후에 여기서 생성된 3DS 파일을 VR Creator에서 받아 Walk Through를 행한다.

Modeling

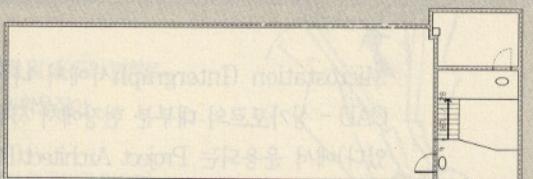
이번 프로젝트에서 건축 부분의 3차원 모델링과 물량 산출(콘크리트 물량)을 위하여



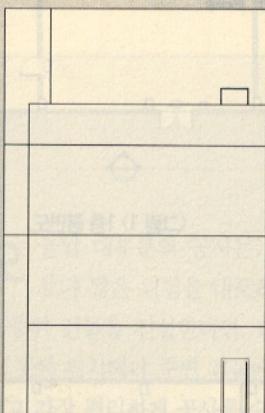
〈그림 2〉 2층 평면도



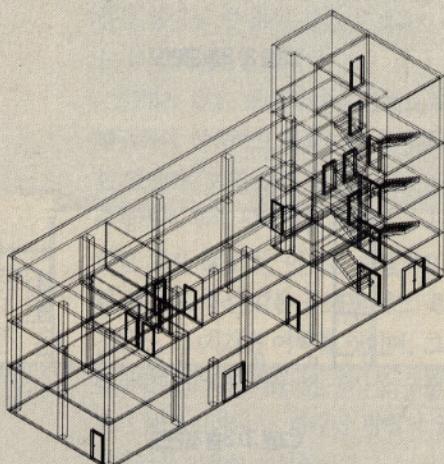
〈그림 3〉 3층 평면도



〈그림 4〉 4층 평면도



〈그림 5〉 입면도-서측면도



〈그림 6〉 Model

Microstation (Intergraph사에서 나온 3D CAD - 싱가포르의 대부분 현장에서 사용되고 있다)에서 운용되는 Project Architect(P-Arch라고 칭한다)라는 프로그램을 이용한다. 이 프로그램은 현재 Windows NT와 CLIX 버전이 나와 있다.

이 프로그램을 사용하는 또 다른 목적은 도면

들을 자동으로 뽑아 낼 수 있도록 하기 위해서이다. P-Arch는 2차원에서 모든 작업을 수행하고, 3차원의 결과를 얻을 수 있다. 모든 개체 (Column, Wall, Slab, Door, Window, Beam)는 그 개체의 특징에 맞는 Class Code를 구성하여 수행된다.

2차원 작업이란 평면도상의 작업을 말하며, 평면도 작업이 끝나면 그 평면도를 이용하여 3D 모델뿐만 아니라 입면도, 단면도 등을 자동으로 뽑아 낼 수 있다.

그리고, 각 평면도를 기준으로 하여 그 도면에 사용된 각 물량을 Spread Sheet 파일 (Microsoft EXCEL을 사용하면 편리하다)로 출력할 수 있다.

이 Project에서 설비부분의 3차원 모델링을 위하여는 P-Arch와 같은 환경의 Project Engineer HVAC(PE-HVAC이라 칭한다)을 사용한다. 이 프로그램을 사용하여 3차원 모델뿐만 아니라 설비 공사에 사용되는 물량 산출까지 이끌어내도록 한다.

Walk Through

2D 도면에서 이끌어진 3D 모델링을 이용하여 설계상의 결함이나 시공시 발생할 수도 있는 결함을 사전에 체크하기 위해 마우스를 이용, 3D 모델링 속 이곳 저곳을 다니기 위하여 (Walk through) VREAM사에서 나온 VR.Creator를 사용한다. Walk Through에서 좀 더 발전이 된다면 Virtual Reality(가상현실)가 되는 것이다.

즉, 만들어질 어떠한 건물을 공사에 착수하기 전에 컴퓨터상에서 건물이 완성된 후에나 경험할 수 있는 사항들을 미리 체험할 수 있을 것이다.

물량 산출

지하철 6-6공구 삼각지 정거장 프로젝트에서

의 물량산출은 우선 콘크리트 물량만을 대상으로 진행하기로 계획을 세우고 추진중이다. P-Arch에서 2D 도면(평면도)을 완성하면 그 완성된 도면들로부터 각 물량을 산출할 수 있다. 그 결과는 Microsoft Excel 파일로 만들어지며 수정, 추가될 수 있다.

맺음말

아직도 우리에게는 해결해야 할 숙제가 쌓여 있다. 공사 현장에서 가장 중요시 되는 안전, 품질을 해결할 수 있는 방법은 무엇일까? 보다 정확한 물량을 산출할 수는 없을까? 준공도면을 시공과 함께 해결할 수는 없을까? 보다 더 많은 공사를 수주하기 위한 방법은 무엇일까? 등의 숙제를 해결하기 위한 여러가지 방향들 중 한가지가 컴퓨터를 이용한 선시공이다.

몇년 후에는 현재의 프로그램에서 발생되는 문제점들이 보완, 발전되고 또 다른 프로그램들을 개발하여 보다 진보된 방향이 제시될 수 있을 것이다. ss

Column	Type	Description	Length	Width	Height	Thickness	Unit	Quantity
1. test1	Wall	WALL 1	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
2. test1	Wall	WALL 2	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
3. test1	Wall	WALL 3	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
4. test1	Wall	WALL 4	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
5. test1	Wall	WALL 5	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
6. test1	Wall	WALL 6	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
7. test1	Wall	WALL 7	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
8. test1	Wall	WALL 8	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
9. test1	Wall	WALL 9	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
10. test1	Wall	WALL 10	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
11. test1	Wall	WALL 11	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
12. test1	Wall	WALL 12	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
13. test1	Wall	WALL 13	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
14. test1	Wall	WALL 14	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
15. test1	Wall	WALL 15	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
16. test1	Wall	WALL 16	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
17. test1	Wall	WALL 17	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
18. test1	Wall	WALL 18	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
19. test1	Wall	WALL 19	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
20. test1	Wall	WALL 20	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
21. test1	Wall	WALL 21	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
22. test1	Wall	WALL 22	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
23. test1	Wall	WALL 23	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
24. test1	Wall	WALL 24	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
25. test1	Wall	WALL 25	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
26. test1	Wall	WALL 26	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
27. test1	Wall	WALL 27	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
28. test1	Wall	WALL 28	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
29. test1	Wall	WALL 29	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
30. test1	Wall	WALL 30	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
31. test1	Wall	WALL 31	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
32. test1	Wall	WALL 32	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
33. test1	Wall	WALL 33	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
34. test1	Wall	WALL 34	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
35. test1	Wall	WALL 35	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
36. test1	Wall	WALL 36	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
37. test1	Wall	WALL 37	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
38. test1	Wall	WALL 38	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
39. test1	Wall	WALL 39	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
40. test1	Wall	WALL 40	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
41. test1	Wall	WALL 41	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
42. test1	Wall	WALL 42	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
43. test1	Wall	WALL 43	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
44. test1	Wall	WALL 44	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
45. test1	Wall	WALL 45	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
46. test1	Wall	WALL 46	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
47. test1	Wall	WALL 47	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
48. test1	Wall	WALL 48	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
49. test1	Wall	WALL 49	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
50. test1	Wall	WALL 50	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
51. test1	Wall	WALL 51	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
52. test1	Wall	WALL 52	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
53. test1	Wall	WALL 53	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
54. test1	Wall	WALL 54	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
55. test1	Wall	WALL 55	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
56. test1	Wall	WALL 56	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
57. test1	Wall	WALL 57	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
58. test1	Wall	WALL 58	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
59. test1	Wall	WALL 59	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
60. test1	Wall	WALL 60	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
61. test1	Wall	WALL 61	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
62. test1	Wall	WALL 62	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
63. test1	Wall	WALL 63	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
64. test1	Wall	WALL 64	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
65. test1	Wall	WALL 65	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
66. test1	Wall	WALL 66	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
67. test1	Wall	WALL 67	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
68. test1	Wall	WALL 68	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
69. test1	Wall	WALL 69	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
70. test1	Wall	WALL 70	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
71. test1	Wall	WALL 71	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
72. test1	Wall	WALL 72	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
73. test1	Wall	WALL 73	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
74. test1	Wall	WALL 74	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
75. test1	Wall	WALL 75	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
76. test1	Wall	WALL 76	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
77. test1	Wall	WALL 77	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
78. test1	Wall	WALL 78	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
79. test1	Wall	WALL 79	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
80. test1	Wall	WALL 80	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
81. test1	Wall	WALL 81	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
82. test1	Wall	WALL 82	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
83. test1	Wall	WALL 83	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
84. test1	Wall	WALL 84	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
85. test1	Wall	WALL 85	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
86. test1	Wall	WALL 86	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
87. test1	Wall	WALL 87	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
88. test1	Wall	WALL 88	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
89. test1	Wall	WALL 89	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
90. test1	Wall	WALL 90	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
91. test1	Wall	WALL 91	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
92. test1	Wall	WALL 92	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
93. test1	Wall	WALL 93	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
94. test1	Wall	WALL 94	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
95. test1	Wall	WALL 95	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
96. test1	Wall	WALL 96	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
97. test1	Wall	WALL 97	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
98. test1	Wall	WALL 98	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
99. test1	Wall	WALL 99	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000
100. test1	Wall	WALL 100	30.0	4.0	3.0	0.30	Box	0.0000 0.0000

그림 7) Column에 대한 물량산출 Excel File

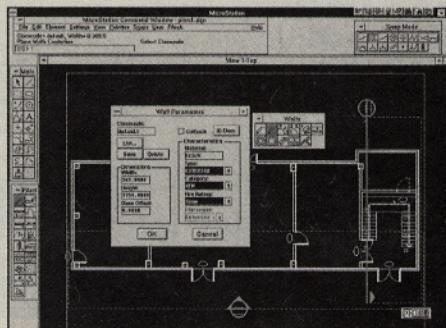


그림 8) Microstation의 P-Arch상에서 Wall을 그리기 위해 Class Code를 정하는 과정.

자기 치유 콘크리트(Self-healing Concrete)

자기 치유 콘크리트(Self-healing Concrete)는 미국 NSF(National Science Foundation) 프로그램중 하나인 'NSF Program in Civil Infrastructure Systems Research'에서 소개된 스마트재료(Smart Materials)의 일종으로 균열발생을 스스로 감지하고 보강하는 콘크리트이다. 콘크리트에 보강된 탄소섬유는 환경하중에 의해서 발생한 균열을 입력 및 온도의 변화로 스스로 감지하게 된다. 균열이 감지되면 속이 빈 탄소섬유에 주입된 화학물질이 콘크리트 균열부로 침투하여 균열을 보강하여 스스로 치유하게 된다. 현재 이러한 자기 치유 재료는 항공우주분야와 화학공학분야에서 먼저 연구되고 있으며, 미국 NSF에서는 머지 않아 토목구조물에 적용하기 위하여 연구하고 있다.

(출전 : 동아그룹 창립 50주년 기념 초빙강연회 강연집, NSF Program in Civil Infrastructure Systems Research, S.C.Liu, 1995)

