
당신의 세상을 설계하십시오

AutoCAD®의 개념적 설계 및 시각화

Autodesk®

2007년 3월

Copyright © 2007 Autodesk, Inc.

판권 소유

이 서적 또는 이 서적의 일부는 어떠한 방법, 목적, 형태로든 복제할 수 없습니다.

AUTODESK, INC. 는 본 자료와 관련하여 특정 목적에 대한 상업성 및 적합성을 비롯한 어떠한 묵시적 또는 명시적 보증을 하지 않으며 자료를 "원 상태대로" 제공합니다.

AUTODESK, INC. 는 어떠한 경우에도 이 자료와 관련되고 구입한 데 따른 특수한, 간접적, 파생적, 부수적 손해에 대한 책임을 지지 않습니다. **AUTODESK, INC.** 의 단독 및 배타적 책임은 어떠한 경우에도 여기에 명시된 자료의 구입 비용을 초과하지 않습니다.

Autodesk, Inc. 는 제품을 수정하고 향상시킬 수 있는 권한을 보유합니다. 이 서적에는 발행할 때의 제품 상태가 명시되어 있고 미래의 모든 시점에 대한 제품을 반영하지는 않습니다.

Autodesk 상표

다음은 미국 및 다른 나라에서 Autodesk, Inc. 의 등록 상표 또는 상표입니다. 3DEC (디자인 / 로고), 3December, 3December.com, 3ds Max, ActiveShapes, Actrix, ADI, Alias, Alias (소용돌이 모양 디자인 / 로고), AliasStudio, AliasWavefront (디자인 / 로고), ATC, AUGI, AutoCAD, AutoCAD Learning Assistance, AutoCAD LT, AutoCAD Simulator, AutoCAD SQL Extension, AutoCAD SQL Interface, Autodesk, Autodesk Envision, Autodesk Insight, Autodesk Intent, Autodesk Inventor, Autodesk Map, Autodesk MapGuide, Autodesk Streamline, AutoLISP, AutoSnap, AutoSketch, AutoTrack, Backdraft, Built with ObjectARX (로고), Burn, Buzzsaw, CAICE, Can You Imagine, Character Studio, Cinestream, Civil 3D, Cleaner, Cleaner Central, ClearScale, Colour Warper, Combustion, Communication Specification, Constructware, Content Explorer, Create>what's>Next> (디자인 / 로고), Dancing Baby (이미지), DesignCenter, Design Doctor, Designer's Toolkit, DesignKids, DesignProf, DesignServer, DesignStudio, DesignStudio (design/logo), Design Your World, Design Your World (디자인 / 로고), DWF, DWG, DWG (로고), DWG TrueConvert, DWG TrueView, DXF, EditDV, Education by Design, Extending the Design Team, FBX, Filmbox, FMDesktop, GDZ Driver, Gmax, Heads-up Design, Heidi, HOOPS, HumanIK, i-drop, iMOUT, Incinerator, IntroDV, Kaydara, Kaydara (디자인 / 로고), LocationLogic, Lustre, Maya, Mechanical Desktop, MotionBuilder, ObjectARX, ObjectDBX, Open Reality, PolarSnap, PortfolioWall, Powered with Autodesk Technology, Productstream, ProjectPoint, Reactor, RealDWG, Real-time Roto, Render Queue, Revit, Showcase, SketchBook, StudioTools, Topobase, Toxik, Visual, Visual Bridge, Visual Construction, Visual Drainage, Visual Hydro, Visual Landscape, Visual Roads, Visual Survey, Visual Syllabus, Visual Toolbox, Visual Tugboat, Visual LISP, Voice Reality, Volo, and Wiretap.

다음은 미국 및 / 또는 캐나다 및 다른 나라에서 Autodesk Canada Co. 의 등록 상표 또는 상표입니다. Backburner, Discreet, Fire, Flame, Flint, Frost, Inferno, Multi-Master Editing, River, Smoke, Sparks, Stone, Wire

씨드 파티 상표

기타 모든 상표명, 제품명 또는 상표는 각 해당 회사에 소유권이 있습니다.

씨드 파티 소프트웨어 프로그램 크레딧

ACIS Copyright © 1989-2001 Spatial Corp.

Copyright © 1999-2000 The Apache Software Foundation. 판권 소유. 이 제품은 Apache Software Foundation (<http://www.apache.org>) 의 라이선스 사용 조건 (<http://xml.apache.org/dist/LICENSE.txt>) 에 따르는, Apache Software Foundation 에 의해 개발된 소프트웨어를 포함합니다.

Typefaces from the Bitstream ® typeface library Copyright © 1992.

HLM © Copyright D-Cubed Ltd. 1996-2004. HLM 은 D-Cubed Ltd 의 상표입니다.

AutoCAD ® 2008 및 AutoCAD LT ® 2008 은 Dainippon Ink and Chemicals, Inc 의 DIC Color Guide ®에서 파생된 데이터의 허가 아래 생산되었습니다. Copyright Dainippon Ink and Chemicals, Inc. 판권 소유. DIC 및 DIC Color Guide 는 Dainippon Ink and Chemicals, Inc. 의 등록 상표입니다.

이 소프트웨어의 일부는 Independent JPEG Group 의 작업에 의거한 것입니다.

Active Delivery™2.0 © 1999-2004 Inner Media, Inc. 판권 소유.

ISYS 및 ISYS 로고는 ISYS ® Search Software Inc 의 등록 상표 또는 상표입니다.

Copyright 1988-1997 Sam Leffler. Copyright 1991-1997 Silicon Graphics, Inc.

Copyright © Lingea s.r.o. 2006.

새로운 기능 워크샵은 Macromedia, Inc 의 Macromedia Flash™Player 소프트웨어를 포함합니다. Copyright © 1995-2005 Macromedia, Inc. 판권 소유. Macromedia ® 및 Flash ®은 미국 또는 기타 국가에서 사용되는 Adobe Systems Incorporated 의 등록 상표입니다.

Copyright © 1996-2006 Macrovision Corporation. 판권 소유.

Copyright © 1996-2006 Macrovision Corporation. 판권 소유.

Copyright © 2002 Joseph M. O'Leary.

사용자 문서 또는 소프트웨어 응용프로그램에 표시된 PANTONE ® 색상은 PANTONE 식별 표준과 일치하지 않을 수 있습니다 . 정확한 색상은 현재 PANTONE Color Publication 을 참고하십시오 .

PANTONE ® 및 기타 Pantone, Inc. 상표는 Pantone, Inc. © Pantone, Inc., 2004 의 소유입니다 .

Pantone, Inc. 는 특정 Autodesk 소프트웨어 제품과 함께 사용할 경우에만 분배하도록 Autodesk, Inc. 에 라이선스가 부여된 색상 데이터 또는 소프트웨어의 저작권 소유자입니다 . PANTONE 색상 데이터 또는 소프트웨어는 이 Autodesk 소프트웨어 제품을 실행할 경우를 제외하고 다른 디스크 또는 메모리로 복사할 수 없습니다 .

Typefaces from Payne Loving Trust © 1992, 1996. 판권 소유 .

RAL DESIGN © RAL, Sankt Augustin, 2004

RAL CLASSIC © RAL, Sankt Augustin, 2004

RAL 색상은 RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL German Institute for Quality Assurance and Certification, re. Assoc.), D-53757 Sankt Augustin 의 승인 아래 표현되었습니다 .

이 제품은 RSA Security, Inc 로부터 라이선스된 코드를 포함합니다 . 일부 IBM 코드는 <http://oss.software.ibm.com/icu4j/> 에서 제공됩니다 .

The Sentry Spelling-Checker Engine Copyright © 1994-2003 Wintertree Software, Inc.

이 소프트웨어의 부분은 하나 또는 그 이상의 Boost libraries 를 포함합니다 . Boost libraries 의 사용은 라이선스 계약서 http://www.boost.org/LICENSE_1_0.txt 에 따릅니다 .

목차

1 장	환영 및 설정	1
	목적.	2
	필요 조건	2
	설정.	3
	도면 파일 위치	3
2 장	솔리드 모형 소개	5
	2D 도면을 사용하여 솔리드 모형 작성.	6
	작업하는 동안 설계 시각화	8
	설계 대안 탐색	9
	분석 도구 적용	10
	설계 표현	11
3 장	3D 로 모형 보기	13
	뷰를 동적으로 변경.	14
	솔리드 모형의 표시 특성 조정	18
	정밀한 뷰 지정	21
	대시보드 사용	24
4 장	작업평면 조정	27
	좌표계의 역할 이해.	28
	기타 UCS 옵션으로 작업	32
	속도를 위해 동적 UCS 기능 사용	35

5 장	기본 솔리드 작성	37
	2D 객체 돌출	38
	축 주위로 2D 객체 회전	45
	경로를 따라 2D 객체 스윙	49
	기본체 사용	52
	조경 작성	54
6 장	솔리드 결합 및 수정	57
	솔리드 더하기 및 빼기	58
	돌출된 윤곽 교차	68
	상세 수준 조정	74
	상세 수준을 사용하여 주의 조정	76
7 장	작업한 내용 활용	79
	여기에서 이동할 위치	80
	하위 객체 및 구성요소 객체 편집	81
	단면 작성	83
	3D 뷰 평면화	85
	질량 특성 계산	86
	3D 모형 보행시선 또는 조감뷰	87
	간섭 확인	89
	제조용 파일 작성	93
	3D 솔리드를 투명하게 만들기	94
	프리젠테이션용 실제 이미지 작성	96
	결론	97

환영 및 설정

내용

AutoCAD 솔리드 모델을 사용한 설계 및 시각화에 대해 소개하는 *당신의 세상을 설계하십시오*를 시작합니다. 솔리드 모델링을 시도해본 적이 없는 사용자 또는 시도해본 적은 있지만 유용한 팁과 트릭이 필요한 사용자 모두에게 모두 유익한 정보를 제공합니다.

목적	2
필요 조건	2
설정	3
도면 파일 위치	3

2 1장 환영 및 설정

목적

*당신의 세상을 설계하십시오.*에서는 솔리드 모델링의 주요 개념과 기술을 소개합니다. 이 정보는 건축, 기계 설계 및 토목공학과 같은 여러 분야에서 개념 설계 및 시각화에 사용할 수 있습니다. 본 안내서의 목적은 다음과 같습니다.

- AutoCAD 솔리드 모델링의 기본에 대한 견고한 기초를 제공
- 솔리드 모델링의 효율적인 기술 및 일반적인 실수에 대한 실용적인 정보의 소개
- 추가 연구 및 실험에 대한 학습 환경을 제공

필요 조건

이 안내서는 숙련된 AutoCAD 사용자를 위한 것입니다. 이 안내서의 연습을 완성하려면 다음 작업의 수행 방법을 알아야 합니다.

- 줌 및 초점이동
- 2D 데카르트 좌표 지정
- 객체 스냅의 사용
- 2D 객체의 작성, 선택 및 수정
- 도면층으로 작업
- 블록 작성 및 삽입
- 명령 프롬프트에서 시스템 변수 변경

AutoCAD를 처음 사용하는 경우에는 *시작하기* 안내서를 먼저 읽는 것이 좋습니다. *시작하기* 안내서는 프로그램의 사용에 대한 기본 정보 및 튜토리얼을 제공합니다. 다음과 같은 방법으로 *시작하기* 안내서를 얻을 수 있습니다.

- 제품 패키지가 있는 경우에는 패키지에 포함되어 있는 설명서 쿠폰을 사용합니다.
- www.autodesk.com에서 한 부 구입합니다.
- 설치 CD에 들어 있는 *시작하기* 안내서의 무료 PDF 버전을 엽니다. 설치 마법사 윈도우에서 맨 아래 왼쪽에 있는 문서 링크를 클릭하여 PDF를 엽니다.

AutoCAD에 익숙해지면 *당신의 세상을 설계할* 준비가 될 것입니다.

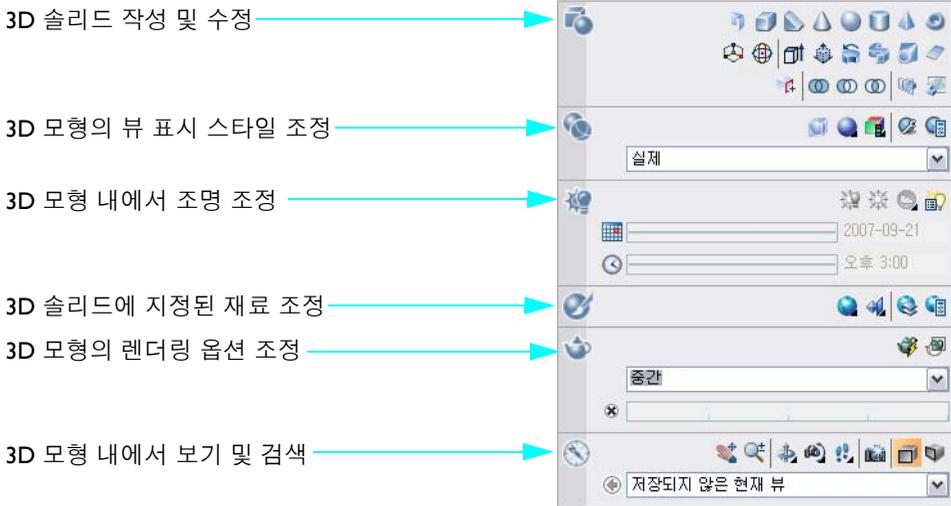
설정

본 안내서를 바탕으로 작업하기 전에, AutoCAD를 시작하고 작업공간 도구막대에서 3D 모델링 작업공간을 지정합니다. 작업공간 도구막대는 기본적으로 AutoCAD 응용프로그램 윈도우의 왼쪽 맨 위에 있습니다.



작업공간 도구막대가 표시되지 않으면 임의의 도구막대를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭합니다. 그런 다음 바로 가기 메뉴에서 작업공간을 클릭하고 드롭다운 리스트에서 3D 모델링을 선택합니다.

3D 모델링 작업공간은 일반적으로 사용되는 3D 모델링 명령 및 설정에 편리하게 접근할 수 있도록 *대시보드*에 몇 가지 도구막대와 컨트롤을 통합한 것입니다.



도면 파일 위치

본 안내서에는 설명된 개념 및 기능의 사용을 시도해 볼 수 있는 연습이 포함되어 있습니다. 이 연습에 필요한 도면 파일은 `##Help##buildyourworld` 폴더에 있으며 이 폴더는 AutoCAD 설치 폴더에 있습니다.

주 이 연습에서 사용되는 도면 파일은 미터법 단위 또는 영국식 단위를 사용하는 모형을 포함하고 있습니다. 이것은 모형의 축척 및 비율에 영향을 주는 반면 솔리드 모델링의 학습에는 큰 영향을 주지 않습니다.

이제 AutoCAD를 사용한 3D 솔리드 모델링의 강력한 기능을 확인할 준비가 되었습니다.

2

솔리드 모형 소개

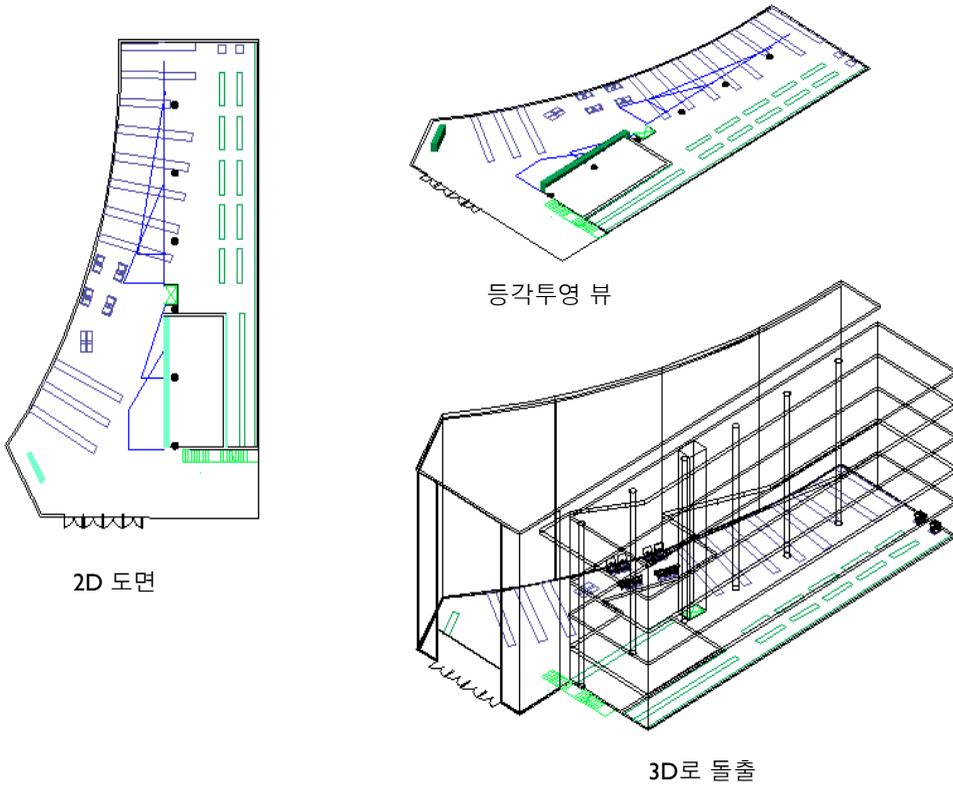
내용

2D 설계에서 3D 솔리드 모형을 쉽게 작성할 수 있습니다. 3D 모형으로 작업을 하면 설계 변경의 효과를 보다 쉽게 시각화할 수 있습니다. 3D 솔리드 모형을 사용하여 설계를 보다 효과적으로 분석하고 표현할 수 있습니다.

2D 도면을 사용하여 솔리드 모형 작성	6
작업하는 동안 설계 시각화	8
설계 대안 탐색	9
분석 도구 적용	10
설계 표현	11

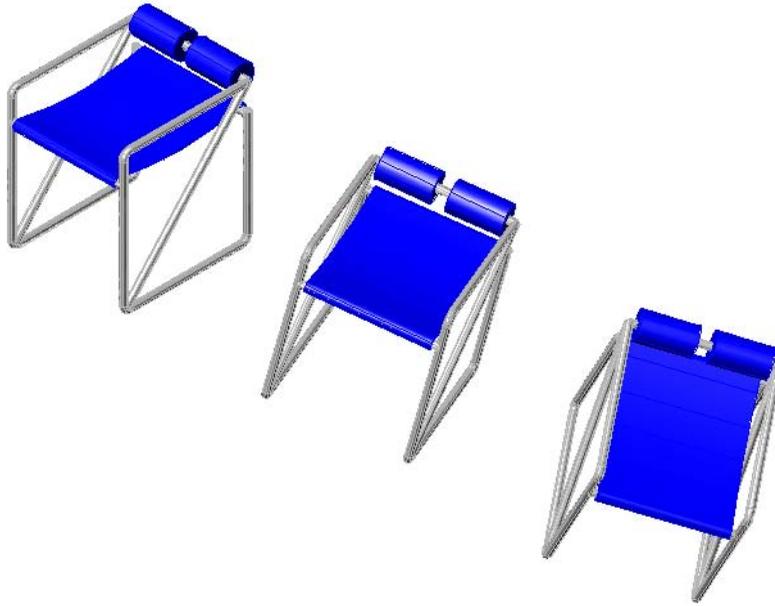
2D 도면을 사용하여 솔리드 모형 작성

도면은 솔리드 모형을 작성할 때 손쉽게 재사용할 수 있는 귀중한 리소스입니다. 예를 들어, 이 2D 도서관 설계는 3D 솔리드 모형으로 돌출됩니다.

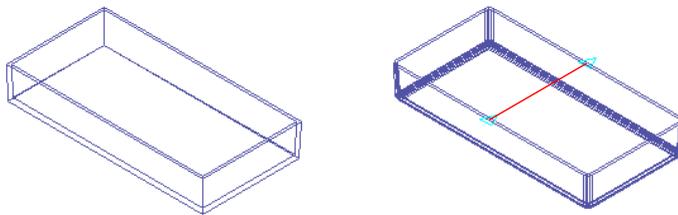


솔리드 모형은 설계를 시각화, 분석 및 표현하는 뛰어난 도구입니다. 표준 직교 투영을 보는 것보다 솔리드 모형을 사용하여 의자 설계를 시각화하는 것이 훨씬 쉽습니다.

2D 도면에 대해 이미 사용하는 대부분의 명령 및 설정은 솔리드 모형을 작성하고 수정하는 데도 사용됩니다. 예를 들어, 다음 그림의 의자는 복사되고 회전되었습니다.



FILLET 명령은 이 플라스틱 상자의 내부 및 외부 모서리를 둥글게 하는 데 사용되었습니다. 중간점 객체 스냅은 개구부를 가로지르는 참조선을 작성하는 데 사용되었습니다.



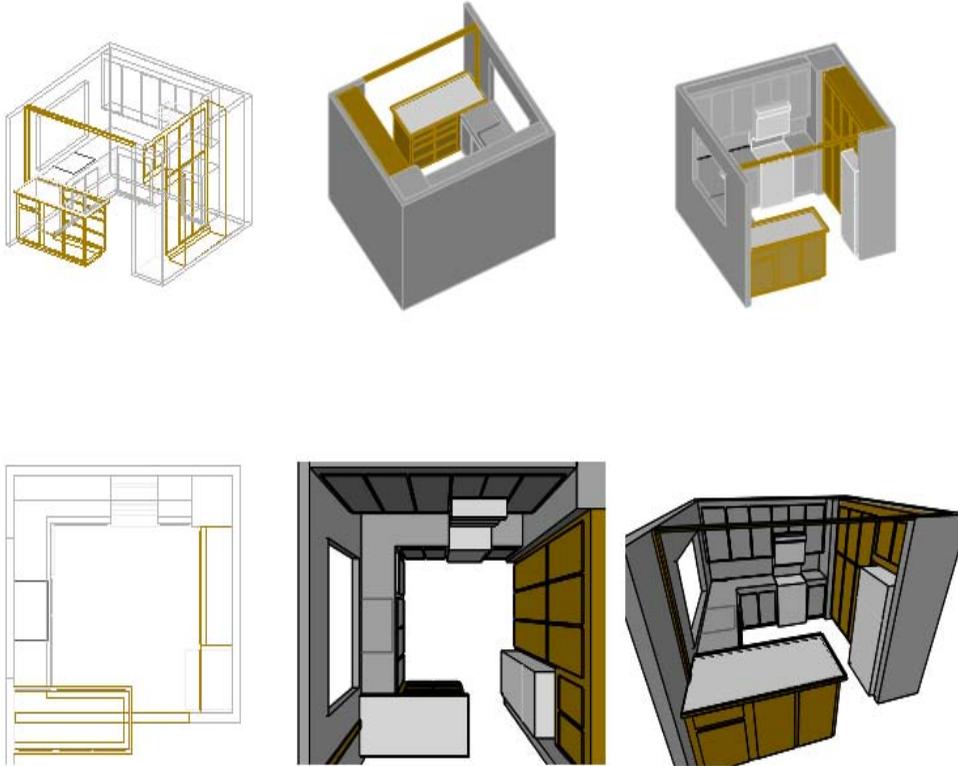
솔리드 모델링에 사용되는 일반 작업 및 도구는 아래와 같습니다.

- 이동
- 복사
- 회전
- 모깎기
- 객체 스냅
- 극좌표 스냅

작업하는 동안 설계 시각화

3D 투시도 및 뷰의 변경은 설계 결정에 도움을 줄 수 있습니다. 또한 여러 뷰 스타일 중에서 선택하여 솔리드 모형을 작성하고 수정하는 동안 이해력을 높이고 혼란을 줄일 수 있습니다.

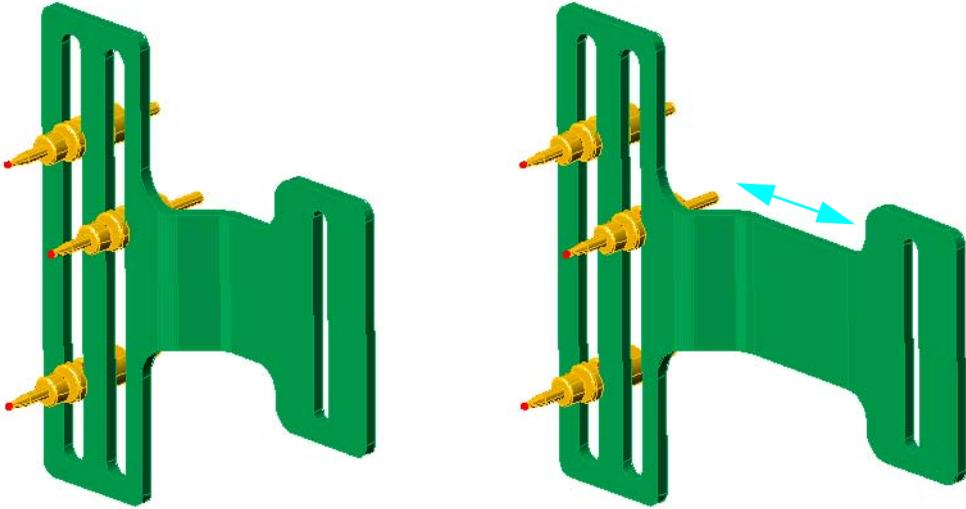
이 부엌은 새로운 팬트리 및 페닌슐라(갈색으로 표시)를 포함하도록 다시 모델링되었습니다. 여러 투시도가 설계 결정을 확인하는 데 사용되었습니다.



설계 대안 탐색

솔리드 모형을 쉽게 수정할 수 있습니다. 설계 반복 속도를 높이고 횟수를 늘리면 설계 품질이 향상되고 프로세스의 마지막 부분에서 많은 비용이 발생하는 설계 변경 확률이 줄어듭니다.

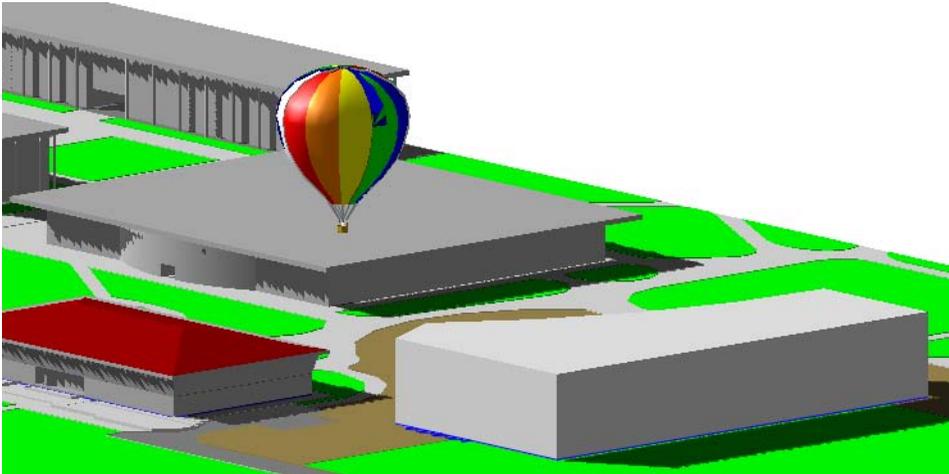
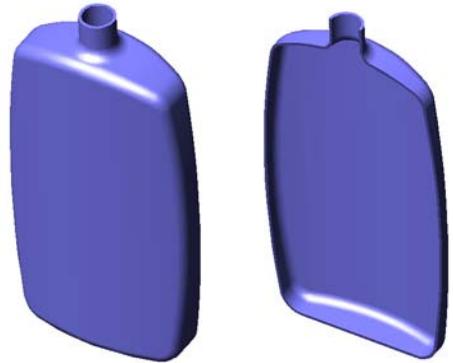
양궁의 성능을 향상시키기 위해 이 낡은 스타일의 활 조준기 설계가 늘어났습니다.



분석 도구 적용

솔리드 모형은 여러 종류의 분석에 사용될 수 있습니다. 예를 들어, 이 병에서 사용되는 폴리에틸렌의 체적은 MASSPROP 명령을 사용하여 쉽게 얻을 수 있습니다. 그림과 같이 솔리드 모형의 횡단면을 쉽게 만들 수도 있습니다.

조명 및 그림자에 다른 도구를 사용할 수 있습니다. 예를 들어, 이 대학 캠퍼스의 도서관은 연중 내내 특정 시간에 현저한 그림자를 드리울 수 있습니다.

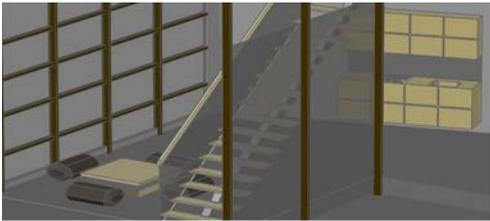


설계 표현

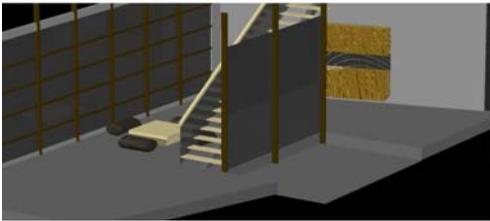
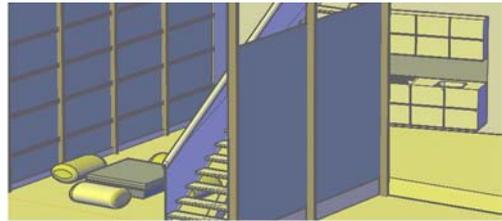
설계 의도를 효과적으로 전달하기 위해 솔리드 모형을 표시할 수 있습니다. 여러 뷰 스타일과 투시도를 자유롭게 사용할 수 있습니다. 또한 보행시선과 조감뷰를 수행하고 애니메이션 프리젠테이션에 통합할 수 있습니다.

다음은 AutoCAD에서 미리 정의된 뷰 스타일을 표시하는 일본식 실내 설계 이미지입니다. 뷰 스타일은 또한 사용자화할 수 있습니다. 왼쪽 아래의 이미지는 실내 설계의 렌더 이미지입니다.

실제 뷰 스타일



개념 뷰 스타일



렌더 이미지



숨겨진 뷰 스타일

3D 솔리드 모형을 작성하고 나면 이 모형이 여러 응용프로그램의 중요한 리소스가 됩니다. 다음 장에서는 3D 솔리드를 작성하고 수정하는 것이 얼마나 쉬운지 보여줍니다.

3

3D로 모형 보기

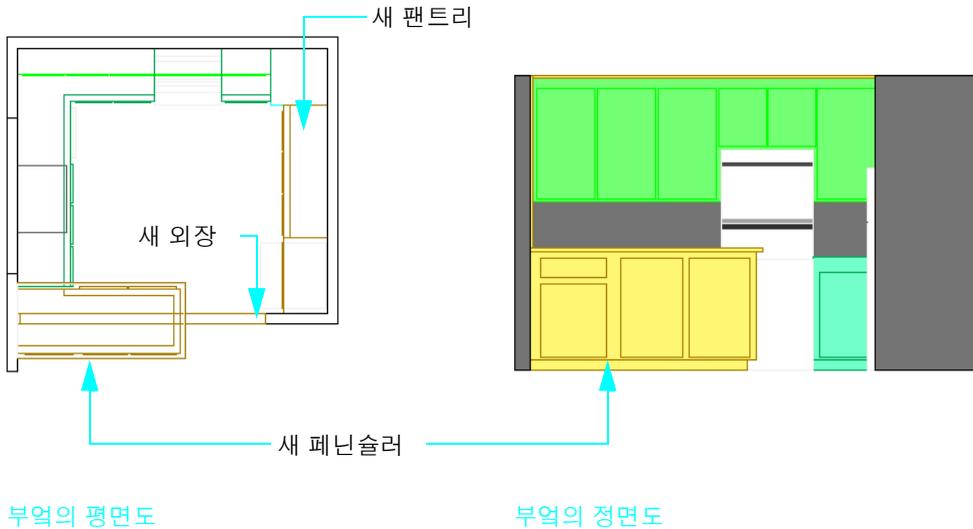
내용

3D로 솔리드 모형의 작업을 할 경우에는 명확성 및 편의를 위해 관측점과 뷰 스타일을 변경하는 데 숙련되어야 합니다.

뷰를 동적으로 변경.....	14
솔리드 모형의 표시 특성 조정	18
정밀한 뷰 지정.....	21
대시보드 사용	24

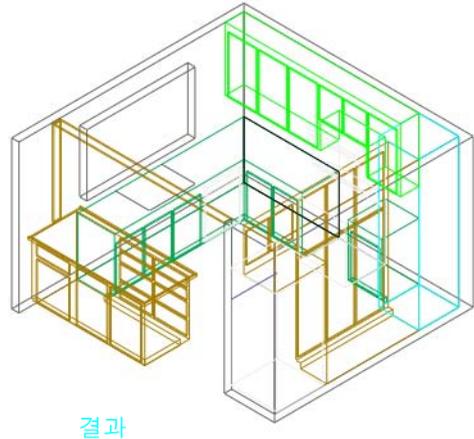
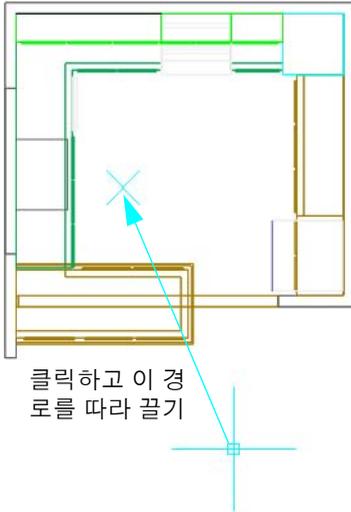
뷰를 동적으로 변경

다음 부엌 리모델링 평면도 그림에서 새 페닌슐라, 팬트리 및 외장이 갈색 선으로 표시되어 있습니다. 그러나 3D 뷰는 중요한 시각적 정보를 추가로 제공합니다.



3DORBIT 명령은 3D 뷰를 동적으로 변경하는 가장 편리한 방법입니다.

팁 객체를 쉽게 선택하고 모서리의 시각적 중첩으로 인한 실수를 방지하려면 3D 뷰에서 작업하십시오.



실습:

- 1 *\\\\Help\\\\buildyourworld* 폴더에서 도면 *31 Kitchen.dwg*를 엽니다.
- 2 뷰 메뉴 > 궤도 > 제한된 궤도를 클릭합니다.
- 3 3D 등각투영 뷰를 지정하려면 커서를 클릭하여 위의 그림에서 화살표가 가리키는 경로를 따라 커서를 끕니다.
- 4 추가적인 관측 각도를 위해 커서를 여러 번 더 클릭하여 끕니다.
- 5 ESC 키를 눌러 명령을 종료합니다.

표시된 것처럼, 3D 등각투영 뷰는 보다 완전하지만 시각적으로는 복잡한 뷰를 작성합니다.

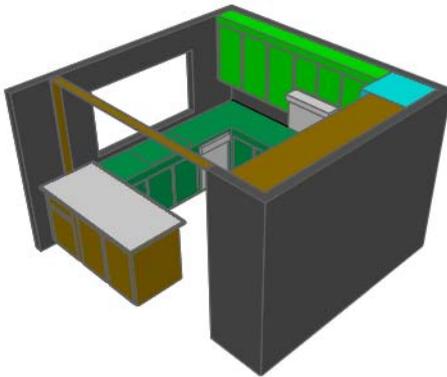
팁 도면층을 사용하여 3D 모형을 구성하는 것은 매우 중요합니다! 동시에 표시되는 객체의 수를 줄이려면 필요 없는 도면층을 끕니다.

16 3장 3D로 모형 보기

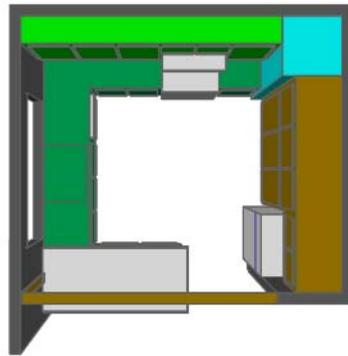
현재 3D 와이어프레임 뷰 스타일로 부역이 표시되어 있습니다. 여러 뷰 스타일 중에서 하나를 선택할 수 있으며 등각투영 뷰에서 투시도로 변경할 수 있습니다.

실습:

- 1 3DORBIT 명령을 시작하고 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하여 바로 가기 메뉴를 표시합니다.
- 2 뷰 스타일 > 실체를 클릭합니다.
- 3 리모델링 평면을 잘 관측할 수 있도록 뷰 방향을 변경합니다.
- 4 동일한 바로 가기 메뉴에서 투시를 클릭하고 여러 다른 관측 각도로 시도합니다.
- 5 기타 검색 모드 > 거리 조정을 클릭하여 부역에 대한 자신의 위치를 변경하고 커서를 끌어 부역 가운데로 이동합니다.
- 6 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 다음 기타 검색 모드 > 제한된 궤도를 클릭하여 부역 가운데서 부역을 봅니다. ESC 키를 눌러 명령을 종료합니다.
- 7 응용프로그램 윈도우 아래쪽의 상태 막대 가운데 근처에 있는 배치 버튼을 클릭하여 부역에 대한 여러 뷰가 있는 배치를 표시합니다.
- 8 도면을 닫습니다.



실체 뷰 스타일



투시 커짐

팁 모형에서 적은 수의 객체만 볼 경우에는 3D 궤도를 시작하기 전에 객체를 선택하면 3D 궤도 작업 동안 선택된 객체만이 표시됩니다.

다음 연습에서는 엔틱 스포츠카의 연결 로드 에 대한 솔리드 모형을 사용합니다.

실습:

- 1 `\\\\Help\\\\buildyourworld` 폴더에서 도면 `32 Conrod.dwg`를 엽니다.
- 2 뷰 메뉴 > 궤도 > 제한된 궤도를 클릭합니다.
- 3 클릭하고 끌어 3D 뷰를 동적으로 지정합니다.
- 4 3D 궤도에 계속 있는 경우 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하여 바로 가기 메뉴를 표시합니다. 바로 가기 메뉴에서 기타 검색 모드 > 연속 궤도를 클릭합니다. 클릭하고 끌어 연결 로드를 회전 시킵니다!
- 5 3D 궤도 바로 가기 메뉴에서 뷰 스타일과 투영을 변경해 봅니다.
- 6 ESC 키를 눌러 명령을 종료합니다.
- 7 10 SOLID 도면층의 색상을 변경합니다. 그런 다음 이전 단계를 반복합니다.

그러나 명령행을 통해 기존 세이딩 옵션에 액세스할 수도 있습니다.

실습:

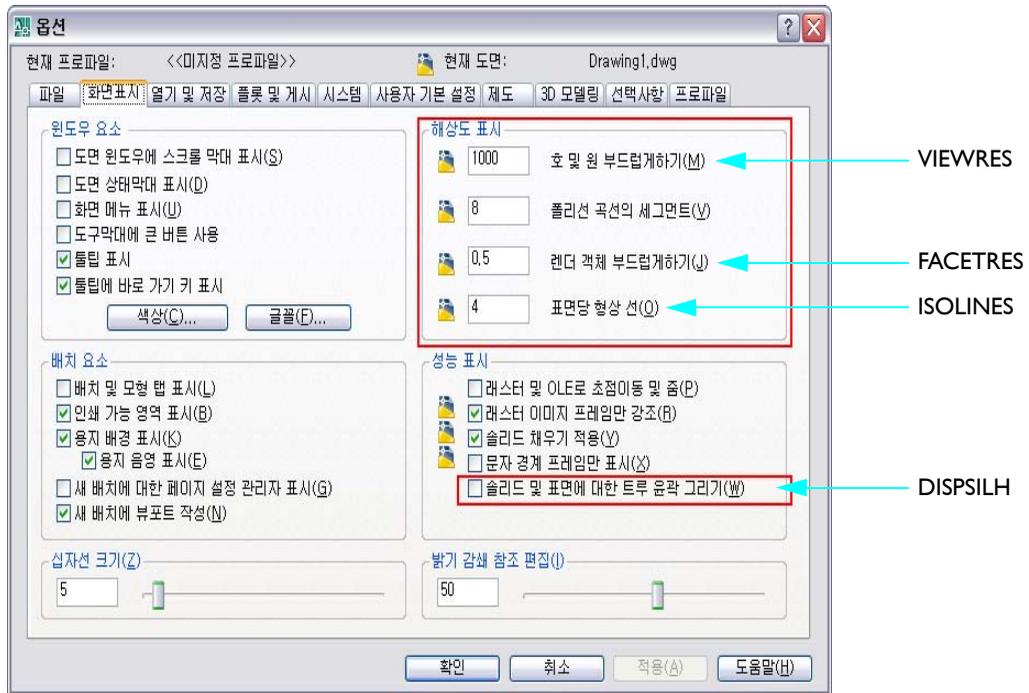
- 1 명령행에 `-shademode`를 입력하고 Gouraud를 지정합니다.
- 2 다양한 옵션을 실험하기 위해 반복합니다. 많은 모난 모서리가 있는 솔리드를 작성하고 편집하는 데 널리 사용되는 옵션은 모서리 표시된 Gouraud입니다.
- 3 도면을 닫습니다.



팁 일반적으로 3D 뷰의 시각적 혼란을 줄이기 위해 세이딩을 켜서 보다 쉽게 솔리드 모형을 작성하고 오류를 방지합니다.

슬리드 모형의 표시 특성 조정

여러 시스템 변수가 슬리드 모형의 표시 특성에 영향을 줍니다. 여기에 표시된 옵션 대화상자에서 주요 시스템 변수를 변경할 수 있습니다.



이러한 설정 중의 임의의 것을 변경한 다음 REGEN 명령을 사용하여 효과를 확인합니다.

주 추가 그래픽 표시 옵션을 보려면 시스템 탭을 클릭합니다. 성능 설정을 클릭한 다음 수동 조정을 클릭합니다. 또는 명령행에서 **3dconfig**를 입력합니다. 이 옵션은 하드웨어에 맞게 자동으로 최적화되었지만 수동으로 설정을 조정할 수도 있습니다.

ISOLINES는 도면의 모든 곡선 모양 면의 와이어프레임 메쉬 밀도를 조정합니다. 이 설정은 솔리드 모형의 와이어프레임 표시에 적용됩니다. 기본값은 4이지만 일반 값의 범위는 상황에 따라 0부터 16 사이입니다.



ISOLINES = 4



ISOLINES = 8

VIEWRES(뷰 해상도)는 솔리드 모형의 와이어프레임 표시의 곡선 모양 모서리 및 등각선의 부드러운 정도를 조정합니다. 기본 설정은 1000이지만 설정값을 늘릴 수 있습니다. VIEWRES의 설정을 변경한 후 줌 확대 및 축소하여 차이를 확인합니다.



VIEWRES = 20



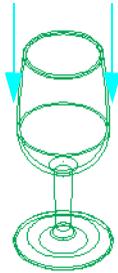
VIEWRES = 100

20 3장 3D로 모형 보기

DISPSILH는 곡선 모양 면의 윤곽 모서리를 솔리드 모형의 와이어프레임 표시에 포함할지 여부를 조정합니다.

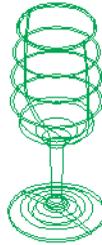
팁 와이어프레임 표시 선의 최소 수를 사용하여 솔리드 모형을 표시하는 방법으로 ISOLINES를 0 (영)으로 설정하고 DISPSILH를 1로 설정할 수 있습니다.

윤곽 모서리



DISPSILH = 1
ISOLINES = 0

윤곽 모서리 없음



DISPSILH = 0
ISOLINES = 2

FACETRES(피셋 해상도)는 솔리드 모형의 음영처리되고 렌더링된 표시에서 곡선 모양 모서리의 부드러운 정도를 조정합니다. 기본 설정은 0.5이지만 많은 사용자들은 최소 2로 늘립니다. FACETRES의 설정을 변경한 후 REGEN 또는 RENDER를 사용하여 차이를 확인합니다.



FACETRES = 0.1



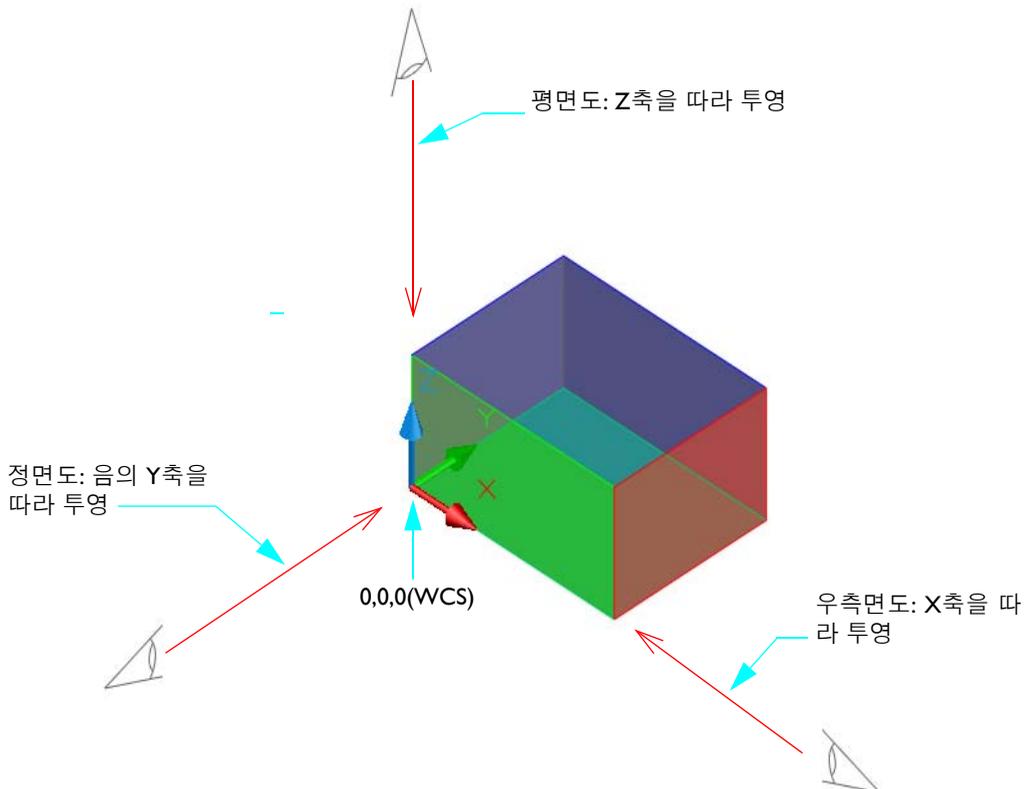
FACETRES = 5

정밀한 뷰 지정

3D 뷰로 바로 가기 메뉴에서 정면도, 우측면도, 평면도 및 등각투영과 같은 표준 직교 뷰를 지정할 수 있습니다. 3D 뷰 내에서 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 후 다음 중 하나를 선택합니다.

- 정면도의 경우: 뷰 사전 설정 > 정면도
- 우측면도의 경우: 뷰 사전 설정 > 우측면도
- 평면도의 경우: 뷰 사전 설정 > 평면도
- 등각투영 뷰의 경우: 뷰 사전 설정 > SE 등각투영

표시된 관측 방향은 항상 현재 UCS(사용자 좌표계)가 아닌 WCS(표준 좌표계)를 기준으로 합니다. 또한, AutoCAD에서는 XY 평면을 정면도로 정의하는 기계 설계 규칙이 아닌 XY 평면을 평면도 또는 평면 뷰로 정의하는 건축 규칙을 사용합니다.

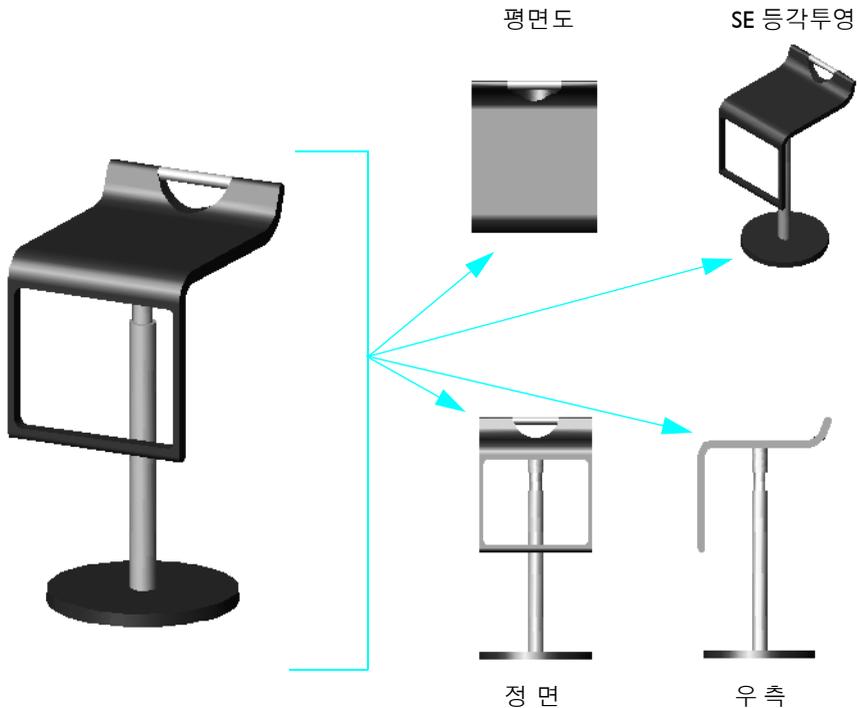


22 3장 3D로 모형 보기

주 사전 설정 뷰는 대시보드, 뷰 도구막대 및 뷰 메뉴에서도 접근이 가능합니다. 하지만 인터페이스 요소에서 사전 설정 직교 뷰를 선택하면 UCS가 자동으로 변경되므로 XY평면이 화면의 평면과 평행이 됩니다. 이것은 3D 모델링에서 바람직한 동작이 아닐 수 있습니다.

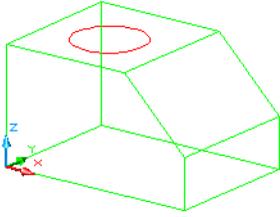
실습:

- 1 #Help #buildyourworld 폴더에서 도면 33 Stool.dwg를 엽니다.
- 2 3DORBIT 명령을 사용하여 다음 그림의 관측점을 설정합니다.
- 3 3D 웨도를 종료한 후 뷰 메뉴 > 줌 > 이전을 클릭하여 이전 뷰로 복원합니다.
- 4 일단 도면을 연 상태로 둡니다.

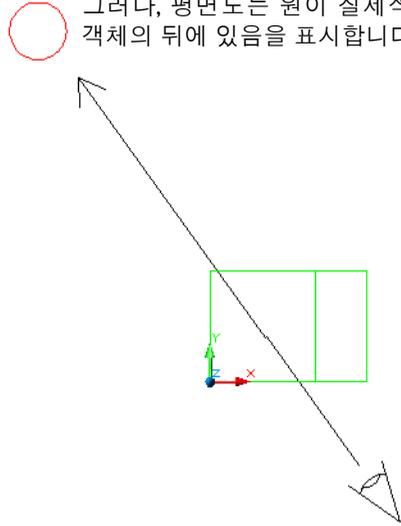


팁 직교 뷰로 3D 모형의 사실성을 확인합니다. 3D로 작업할 경우 다음 그림과 같이 시각적으로 매우 쉽게 속을 수 있습니다.

원은 객체의 상단 면에 표시
됩니다.

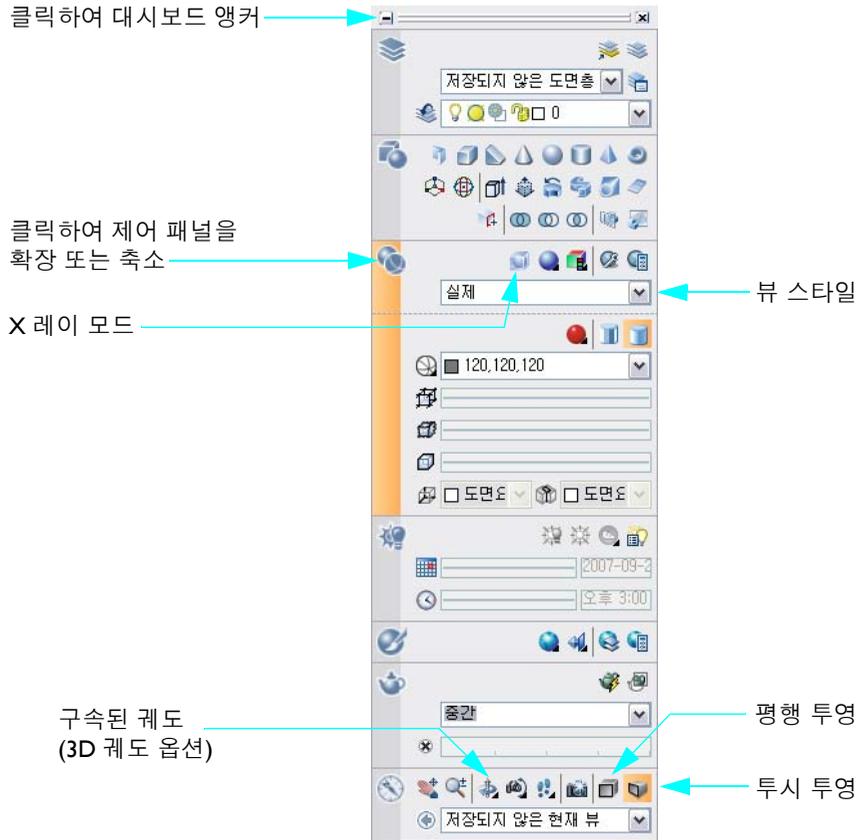


그러나, 평면도는 원이 실제로
객체의 뒤에 있음을 표시합니다.



대시보드 사용

대시보드는 3D 작업에 필요한 명령과 설정이 들어 있는 특수 팔레트입니다. 대시보드를 사용하면 여러 도구막대를 표시할 필요가 없으므로 표시 영역의 혼잡함을 줄여줍니다.



3D 모델링 작업공간을 지정하면 대시보드가 자동으로 표시됩니다. 대시보드를 닫았다면, 도구 메뉴 > 팔레트 > 대시보드를 클릭하거나 명령행에서 **dashboard**를 입력하여 대시보드를 다시 표시할 수 있습니다.

실습:

- 1 대시보드가 응용프로그램 윈도우 옆에 고정되어 있지 않으면 제목 표시줄을 응용프로그램 윈도우의 오른쪽으로 끌어 대시보드를 고정합니다.
- 2 고정된 대시보드의 왼쪽 위 구석에서 [-] 버튼을 클릭하여 대시보드를 앵커시킵니다. 그러면 대시보드의 자동 숨기기가 켜집니다.

표시 영역이 최대화되도록 대시보드가 편리하게 접힙니다. 작업 중에는 대시보드, 도구 팔레트 윈도우 및 특성 팔레트를 고정 또는 앵커 고정 상태로 유지하는 것이 좋습니다.

- 3 커서를 접힌 대시보드 위로 이동하여 표시합니다. 각각의 큰 제어 패널 아이콘을 클릭하여 각 제어 패널을 확장 또는 축소합니다. 몇몇 제어 패널의 경우 연관된 도구 팔레트가 자동으로 표시됩니다.
- 4 대시보드에서 투시 투영을 클릭하고 뷰 스타일 컨트롤을 클릭한 다음 드롭다운 리스트에서 실체를 클릭합니다. 이전 그림을 참고하여 이 컨트롤을 찾아보십시오.
- 5 대시보드에서 제한된 궤도를 클릭합니다. 그런 다음 도면 영역에서 뷰를 클릭하여 끕니다.
- 6 대시보드에서 X 레이 모드를 클릭합니다.

주 최상의 결과를 얻기 위해 하드웨어 가속이 켜져 있는지 확인합니다. 설정에 접근하려면 명령행에서 **3dconfig**를 입력합니다. 가변 성능 낮춤 및 성능 조정 대화상자에서 수동 조정을 클릭합니다. 수동 성능 조정 대화상자에서 하드웨어 가속 사용을 클릭합니다.

- 7 제한된 모드를 클릭합니다. 도면 영역에서 뷰를 클릭하여 끕니다.
이제 숨겨진 모서리와 객체 스냅 위치에 쉽게 접근할 수 있습니다.
- 8 Esc 키를 눌러 3D 궤도를 종료합니다. 도면을 닫습니다.

4

작업평면 조정

내용

UCS(사용자 좌표계)의 XY 평면을 작업평면이라고 합니다. 3D로 작업하는 경우에는 UCS의 위치 및 방향을 변경하는 데 숙련되어야 합니다.

좌표계의 역할 이해.....	28
기타 UCS 옵션으로 작업	32
속도를 위해 동적 UCS 기능 사용	35

좌표계의 역할 이해

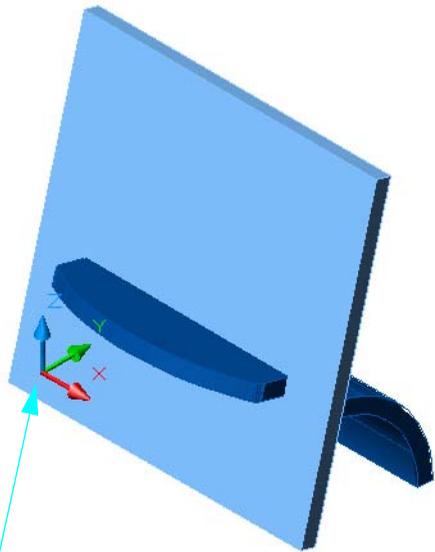
WCS(표준 좌표계)는 AutoCAD 도면에 있는 모든 객체 및 표준 뷰의 위치를 정의합니다. 그러나 WCS는 영구적이며 보이지 않습니다. WCS는 이동하거나 회전할 수 없습니다.

AutoCAD에서는 사용자 좌표계 또는 UCS라고 불리는 이동 가능한 좌표계를 제공합니다. AutoCAD에서 3D 솔리드 모델을 작성하려면 UCS의 위치 및 방향을 조정하는 데 숙련되어야 합니다.

다음 그림에서는 부분적으로 설계된 플라스틱 책상용 스탠드를 표시합니다. UCS는 현재 WCS에 맞게 정렬되어 있습니다. 책상용 스탠드 면판의 객체를 구성하려면 UCS의 XY 평면(작업평면)을 면판에 맞게 정렬해야 합니다.

실습:

- 1 #Help\#buildyourworld 폴더에서 도면 41 Stand.dwg를 엽니다.
3D 포인터는 축의 방향을 표현하기 위해 UCS와 같은 색상을 사용합니다.
- 2 UCS 아이콘이 표시되지 않으면 뷰 메뉴 > 표시 > UCS 아이콘을 클릭한 다음 켜기 및 원점을 모두 클릭합니다. 원점 옵션을 사용하면 가능한 경우 UCS 아이콘이 도면 표시 내의 해당 원점(0,0,0)에 표시됩니다.

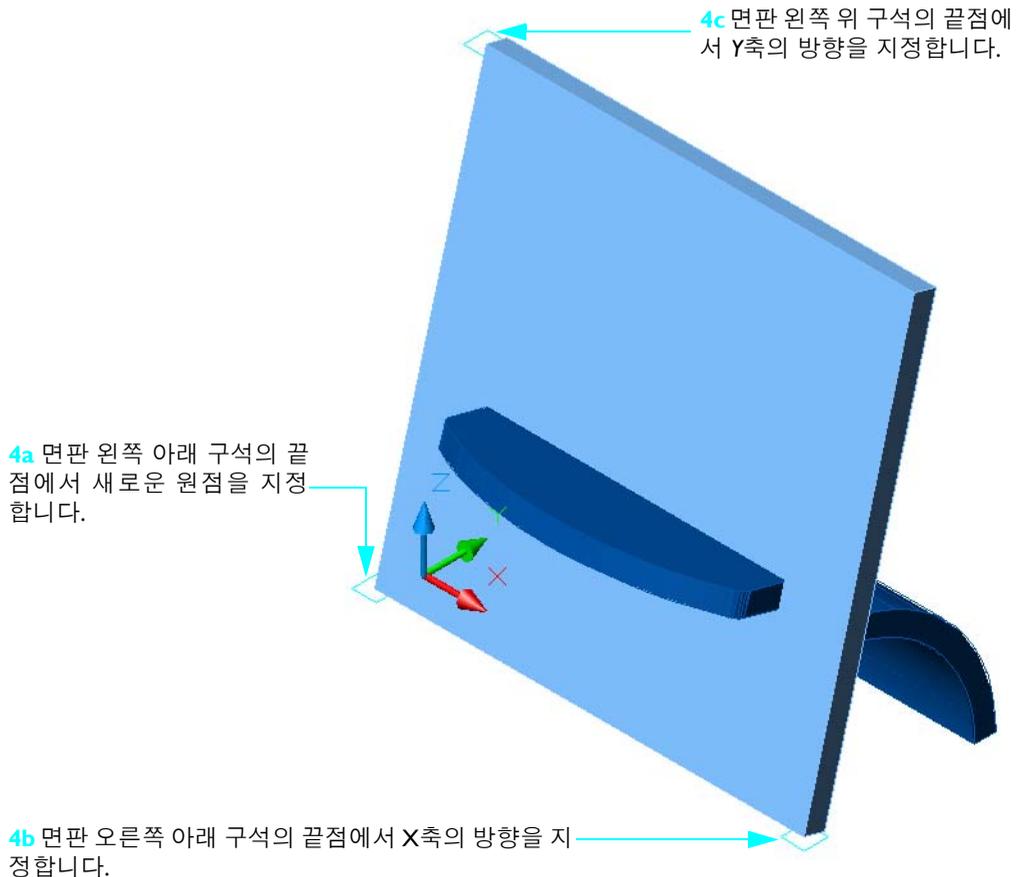


- 규칙에 따라 X축은 빨간색, Y축은 초록색, Z축은 파란색입니다.
- UCS는 3D 뷰에서 보이는 컬러 3D 아이콘으로 표현됩니다.
- UCS는 초기에 WCS와 일치합니다.
- 3D를 편리하게 구성할 수 있도록 UCS를 쉽게 재배치할 수 있습니다.

- 3 나중에 사용하게 될 상태막대의 DUCS(동적 UCS) 버튼이 현재 꺼져 있는지(눌려져 있지 않음) 확인합니다.



- 4 도구 메뉴 > 새 UCS > 3점을 클릭하고 다음의 점 위치를 지정합니다.



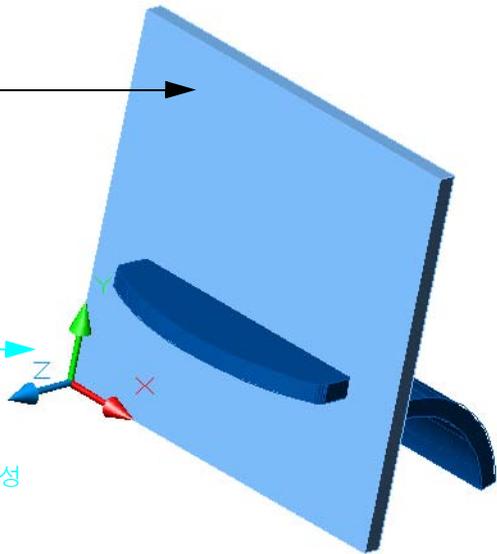
팁 이전 단계에서와 같이 비교적 얇은 판에서는 올바르게 않은 정점을 클릭하기 쉽습니다. 휠 마우스의 줌 기능을 사용하여 서로 근접한 객체 스냅 위치를 확대합니다.

30 4장 작업평면 조정

UCS의 XY 평면을 책상용 스탠드의 정면에 맞춰 정렬했습니다.

원점(0,0,0)은 이제 왼쪽 맨 아래 구석에 배치되었습니다.

작업평면이라고도 불리는 UCS의 XY 평면은 구성 평면으로 유용하게 사용할 수 있습니다.



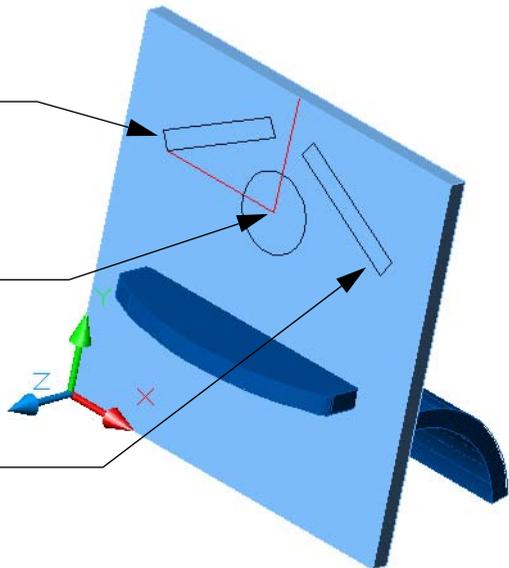
다음 예제에서 직사각형과 원이 작업평면에 작성되었습니다. 이러한 객체는 나중에 솔리드로 변환할 수 있고 다른 솔리드와 결합할 수 있습니다. 객체는 익숙한 2D 명령을 사용하여 작성 및 수정되었습니다.

빨간색 구성선, 직사각형 및 원과 같은 평면형 객체는 자동으로 작업평면에 맞게 정렬됩니다.

좌표값(예: 원 중심의 좌표값)은 새 UCS 원점에서 측정됩니다.

직사각형은 작업평면에서 쉽게 회전됩니다(회전축은 항상 UCS의 Z축과 평행함).

원과 직사각형은 책상용 스탠드의 면에 하나의 구멍과 두 개의 슬롯을 구성하기 위해 나중에 사용할 수 있습니다.



실습:

- 1 극좌표 또는 직교 모드가 켜진 상태에서 이전 그림과 같이 면판 맨 위 모서리의 중심점으로부터 30mm 구성선을 작성합니다.
- 2 왼쪽으로 35mm 연장된 다른 선을 작성합니다.
- 3 이전에 작성된 두 선의 교차점에 중심이 있는 지름 20mm의 원을 작성합니다.
- 4 35mm x 5mm 직사각형을 작성하고 이전 그림과 같이 30도 회전합니다. 그런 다음 대칭시켜 두 번째 직사각형을 작성합니다. 직사각형 선택에 문제가 있으면 3DSELECTIONMODE 시스템 변수를 0으로 설정합니다.

팁 PLAN 명령을 사용하여 현재 UCS의 XY 평면 뷰를 지정할 수 있습니다. 이 명령은 주로 작업평면의 객체 위치가 정확한지 시각적으로 확인하는 경우에 유용하게 사용됩니다.

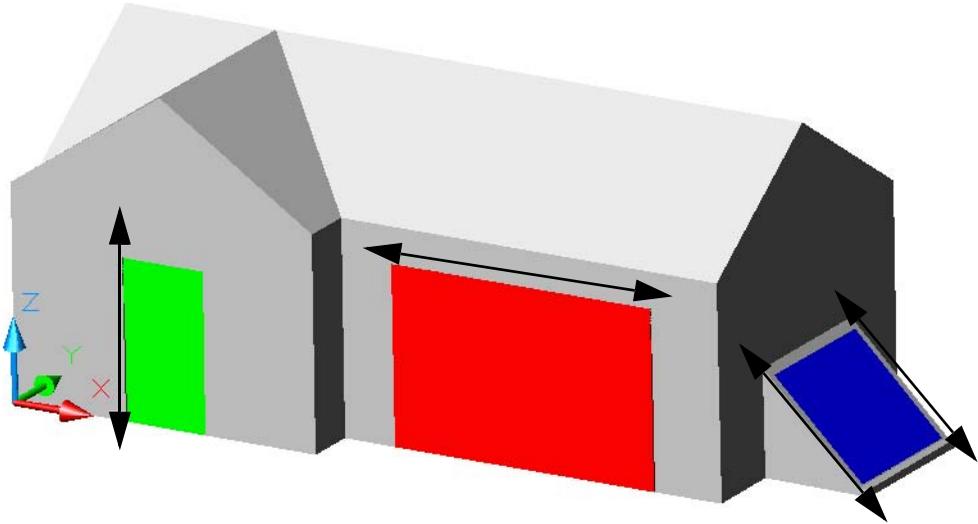
실습:

- 1 뷰 메뉴 > 3D 뷰 > 평면뷰 > 현재 UCS를 클릭합니다.
- 2 이전 뷰로 돌아갑니다. 뷰 메뉴 > 줌 > 이전을 클릭합니다.

좌표계와 일치하도록 UCS를 쉽게 이전 상태로 되돌릴 수 있습니다. 도구 메뉴 > 새 UCS > 표준을 클릭합니다.

기타 UCS 옵션으로 작업

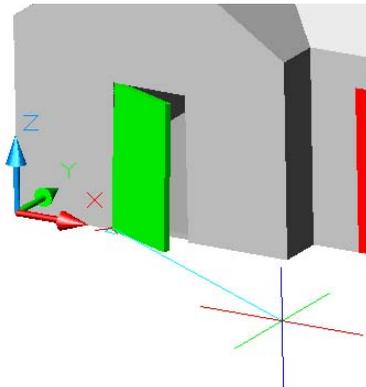
객체를 회전하기 위해 UCS의 Z축을 정렬해야 하는 경우가 종종 있습니다. 예를 들어, 이 장난감 집은 문마다 회전 축이 다릅니다.



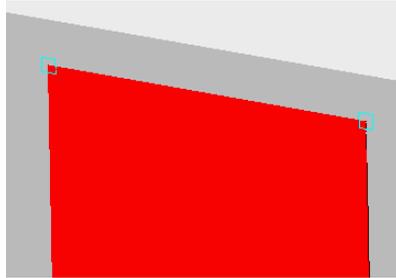
UCS 명령의 Z축 옵션을 사용하여 Z축을 직접 지정하십시오.

실습:

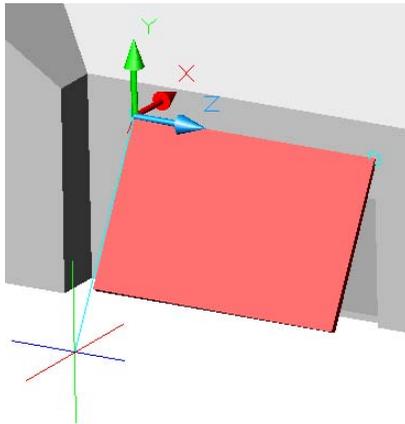
- 1 *WHelp\Wbuildyourworld* 폴더에서 도면 *42 Toy House.dwg*를 엽니다.
Z축은 이미 초록색 문의 경첩과 평행합니다.
- 2 ROTATE 명령을 시작하고 문을 선택한 다음 문의 왼쪽 아래 구석의 끝점을 기준점으로 지정합니다. 문을 회전하여 열려면 포인터를 이동합니다.



- 3 빨간색 차고 문의 경우, 도구 메뉴 > 새 UCS > Z축 벡터를 클릭하고 문의 바깥쪽 위 모서리를 따라 두 끝점에 맞춰 UCS Z축을 정렬합니다. 문의 내부 모서리로 스냅하지 않도록 주의하십시오.



- 4 차고 문을 회전하여 열려면 ROTATE 명령을 시작하고 차고 문을 선택한 다음 문의 왼쪽 위 구석을 기준으로 지정합니다. 차고 문을 회전하여 열려면 포인터를 이동합니다.



- 5 UCS의 Z축 옵션을 사용하여 Z축을 파란색 창고 문 중 하나의 측면 모서리에 맞게 정렬합니다. 이번에는 이러한 문을 회전하여 열려면 포인터를 이동하는 대신 각도 값을 입력합니다. 그러나 창고 문을 바깥쪽으로 열려면 회전 각도가 양수 또는 음수인지 알아야 합니다. 기본적으로, 양의 각도는 시계 반대 방향으로 회전하는 것을 의미합니다.

34 4장 작업평면 조정

회전 방향을 기억하는 쉬운 방법은 회전의 오른손 법칙을 사용하는 것입니다. 오른손 엄지로 양의 UCS Z축 방향을 가리킵니다. 그러면 손가락이 양의 회전 방향으로 구부러집니다.

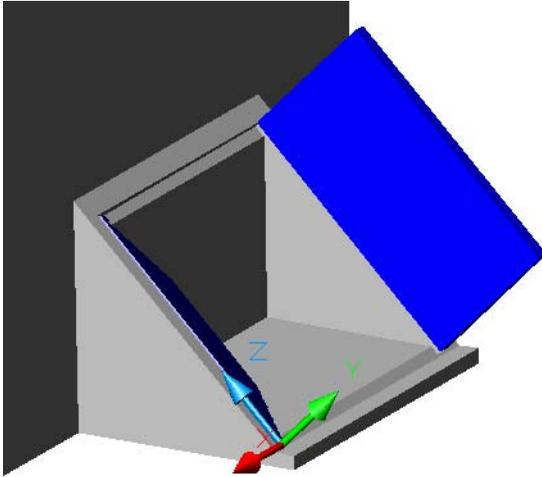
주 AutoCAD에서 양의 각도를 시계 방향으로 해석하도록 설정한 경우에는 왼손을 사용합니다.

- 6 두 파란색 문을 바깥쪽으로 150도 회전합니다. 문 중의 하나는 150도 회전되어야 하고 다른 하나는 -150도 회전되어야 합니다.
- 7 도면을 계속 열어 놓습니다.

양의 Z축
방향



양의 회전 각도 방향



팁 이 방법은 UCS를 해당 축 중 하나를 기준으로 90도 회전할 때 주로 유용하게 사용됩니다. 이 경우에는 UCS 명령의 X, Y 또는 Z 옵션을 사용합니다. 오른손 법칙을 사용하여 +90도 회전할지 아니면 -90도 회전할지를 결정합니다.

속도를 위해 동적 UCS 기능 사용

동적 UCS 기능을 사용하여 작업평면인 UCS의 XY 평면을 신속하게 정렬할 수 있습니다. 동적 UCS가 켜져 있는 경우, 원, 호 및 선과 같은 평면형 객체를 작성하는 명령은 포인터의 위치에 따라 작업 평면을 임의의 기존 평면에 맞게 자동으로 정렬합니다.

실습:

- 1 상태막대에서 DUCS(동적 UCS) 버튼을 클릭하여 켭니다.



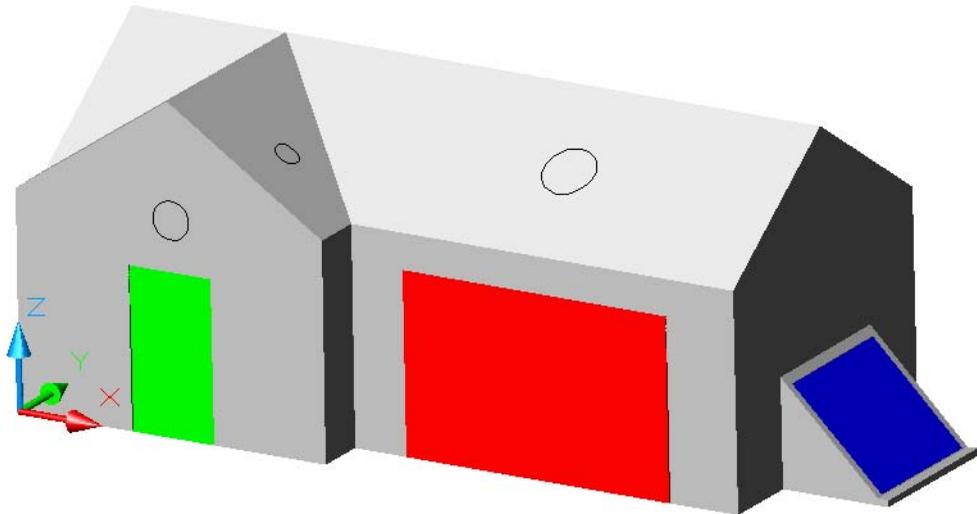
- 2 현재 도면층을 00 REFERENCE 도면층으로 변경합니다.

- 3 CIRCLE 명령을 시작합니다.

- 4 포인터를 장난감 집의 여러 평면 위로 이동합니다.

작업평면은 커서가 통과할 때 표시되는 각 평면에 맞게 정렬됩니다. 또한 X축의 정렬과 방향은 포인터가 통과하는 평면의 모서리 및 해당 모서리에서 가장 가까운 정점에 따라 달라집니다.

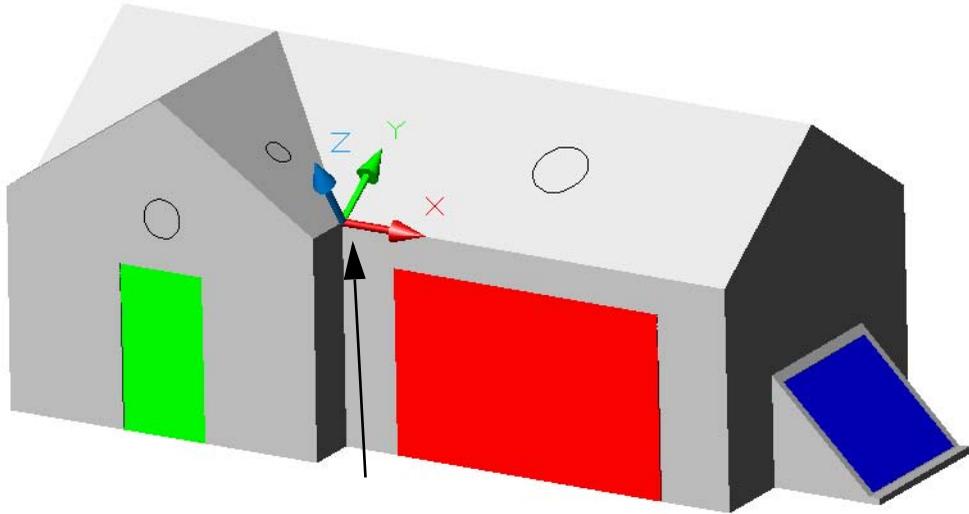
- 5 각 평면의 임의의 위치를 클릭하여 그림에서 표시한 것처럼 원을 작성합니다. 원 명령을 종료하면 UCS가 자동으로 이전 위치로 돌아갑니다.



팁 또한 UCS 명령 중에 동적 UCS 기능을 사용할 수도 있습니다. 이것은 작업하려는 평면에 UCS의 XY 평면을 정확하게 배치하는 빠르고 믿음직한 기능입니다.

실습:

- 1 UCS 명령을 시작합니다.
- 2 다음 그림과 같이 X 및 Y축의 방향을 정하려면 파란색 화살표를 따라 포인터를 움직여서 화살촉 근처의 지붕 모서리와 교차하도록 합니다.



- 3 정점의 주위를 클릭하여 끝점 객체 스냅이 UCS 원점을 정점에 배치하도록 합니다. 포인터와 다른 모서리가 교차하지 않도록 주의하십시오.
- 4 이 기술을 사용하여 여러 다른 평면에 UCS를 정확하게 배치합니다
- 5 도면 파일을 닫습니다.

주 OTRACK(객체 스냅 추적) 또는 POLAR(극좌표 추적)를 사용해야 할 경우에는 DUCS를 끄십시오.

5

기본 솔리드 작성

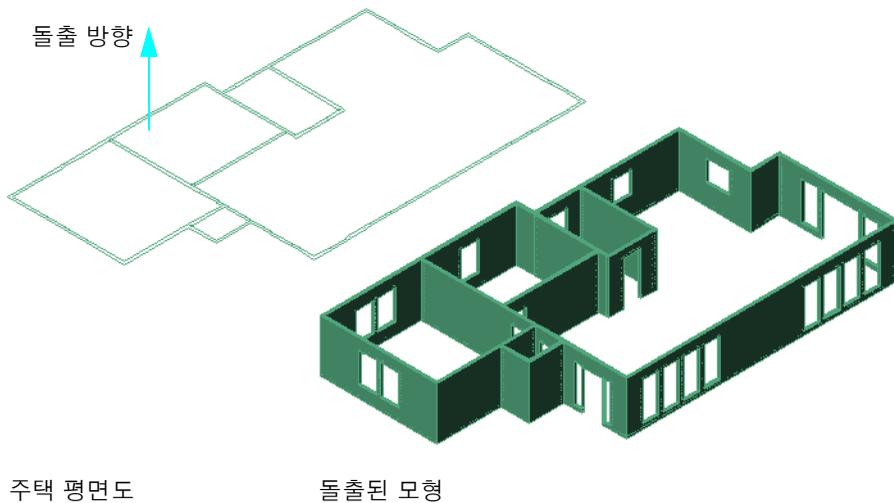
내용

기본 3D 솔리드 객체를 작성하려면 닫힌 2D 폴리선과 같은 닫힌 객체를 돌출하거나, 축의 주위로 회전하거나, 경로를 따라 스윕할 수 있습니다. 상자, 원통, 피라미드 및 구를 포함한 기본체를 사용하여 솔리드를 작성할 수도 있습니다.

2D 객체 돌출	38
축 주위로 2D 객체 회전	45
경로를 따라 2D 객체 스윕	49
기본체 사용	52
조경 작성	54

2D 객체 돌출

AutoCAD를 사용하여 솔리드 모형을 작성하는 경우 가장 큰 장점은 2D 도면으로 시작할 수 있다는 것입니다. 예를 들어, 아래에 그려진 평면도는 3D 솔리드 모형에서 돌출되었습니다.



기본 솔리드를 작성한 다음 다른 솔리드와 결합하여 더 복잡한 솔리드를 작성할 수 있습니다. 예를 들어, 그림에서 창문 개구부는 솔리드 벽에서 일부를 빼내어 작성된 것입니다. 솔리드를 결합하는 방법은 다음 장에서 설명합니다. 우선 기본 솔리드를 작성하는 방법에 익숙해져야 합니다.

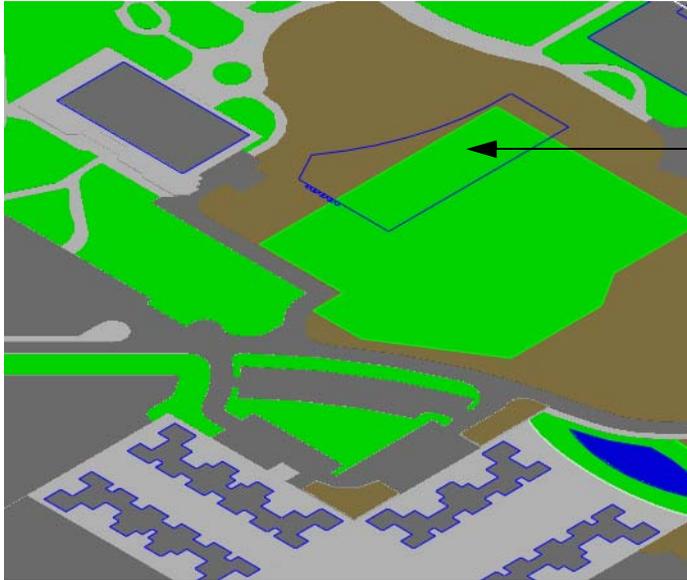
실습:

1 도면 51 *Campus.dwg*를 엽니다.

이 도면은 대학교 일부분을 나타낸 평면도로, 새 도서관의 체적 연구에 사용됩니다

2 3D 케도를 사용하여 등각투영 뷰를 구합니다. 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 투영 스타일을 투시로 설정합니다.

3 새 도서관의 부지를 찾아 줌 확대합니다.



제안된 도서관의
기초

건물의 기초는 선과 호로 구성됩니다. 선과 객체를 단일 객체로 돌출하려면 단일 2D 폴리선으로 함께 결합해야 합니다. 이 작업을 하려면 PEDIT 명령의 결합 옵션을 사용하거나 훨씬 더 빠른 BOUNDARY 명령을 사용할 수 있습니다.

4 현재 도면층을 32 LIBRARY로 변경하고 도서관 기초의 선과 호를 줌 확대합니다.

5 다음 도면층을 끕니다. 20 CURBS AND WALKWAYS, 21 LANDSCAPE, 30 BUILDINGS 및 31 ATHLETICS.

6 명령행에서 **boundary**를 입력합니다.

40 5장 기본 솔리드 작성

- 7 경계 작성 대화상자에서 고립영역 탐지 확인란을 선택 취소합니다. 그런 다음 선택점을 클릭하고 도서관 기초의 외곽선 내부 아무 곳이나 클릭합니다. 경계가 표시된 후 ENTER 키를 눌러 명령을 종료합니다.

도서관 기초 셰이프에서 닫힌 2D 폴리선이 현재 도면층인 32 LIBRARY에 작성됩니다. 필요한 경우 나중에 사용할 수 있도록 원래 선과 호가 03 FOUNDATIONS 도면층에 계속 남아 있습니다.

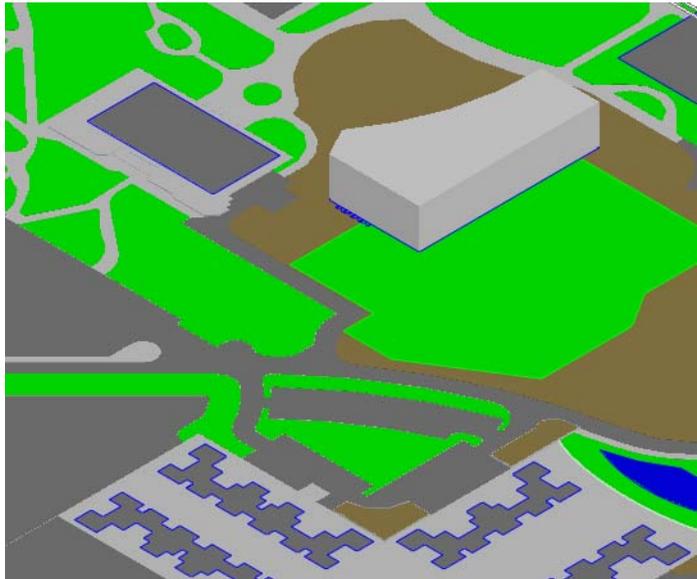
팁 필요 없는 도면층을 끄고 작성할 경계 영역으로 줍니다. 이렇게 하면 처리할 객체의 수를 줄여 작업의 속도를 빠르게 합니다. UCS의 XY 평면은 항상 경계 작성에 사용할 객체와 동일한 평면에 있어야 합니다.

- 8 03 FOUNDATIONS 도면층을 끕니다.
- 9 그리기 메뉴 > 모델링 > 돌출을 클릭하고 폴리선을 선택합니다. 높이를 **62**로 입력하고 ENTER 키를 눌러 테이퍼 각도를 0도로 지정합니다.
- 10 03 FOUNDATIONS, 20 CURBS AND WALKWAYS, 21 LANDSCAPE, 30 BUILDINGS 및 31 ATHLETICS 도면층을 다시 켵니다.
- 11 줌 축소하여 전체적인 효과를 봅니다. 도면 파일을 계속 열어 놓습니다.

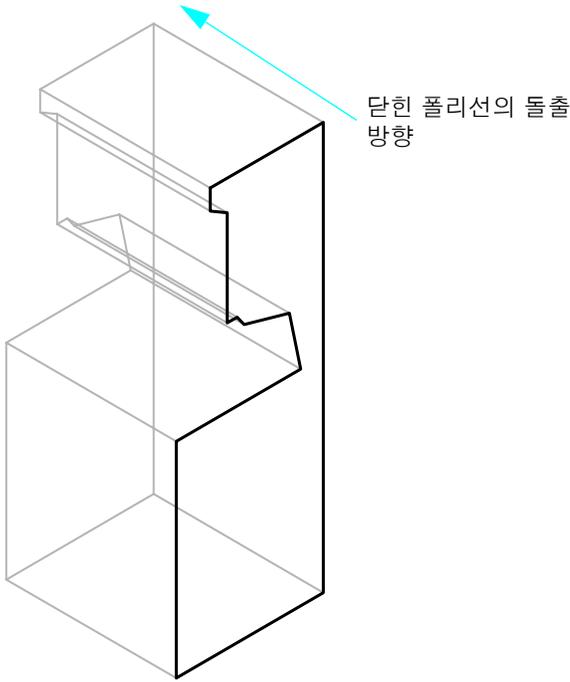
이제 건물의 기본 3D 표현을 볼 수 있습니다.

건물을 돌출시키는 과정에서 2D 폴리선이 삭제되었는지 확인합니다. 3D 솔리드를 생성하는 2D 객체를 유지하려면 DELOBJ 시스템 변수를 0(끄기)으로 설정할 수 있습니다.

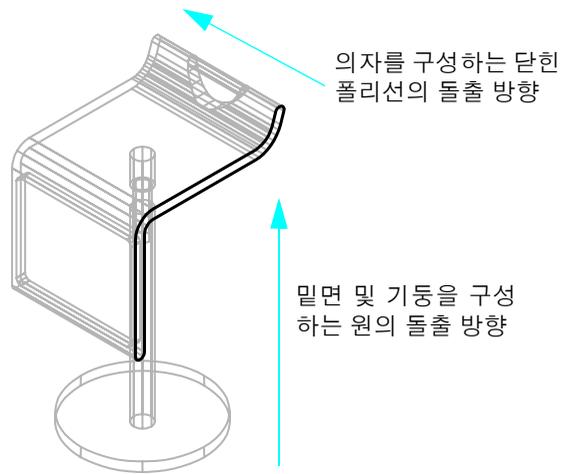
팁 2D 폴리선 또는 영역에서 작성된 솔리드 객체는 원본 2D 객체의 도면층이 아닌 현재 도면층에 항상 작성됩니다.



모든 돌출이 "위로" 향할 필요는 없습니다. "옆을 향하게" 객체를 돌출하는 것이 유용한 경우가 더 많습니다. 부엌 스토브와 의자는 이전 그림에서 이와 같은 방법으로 작성되었습니다.



31 Kitchen.dwg의 부엌 스토브



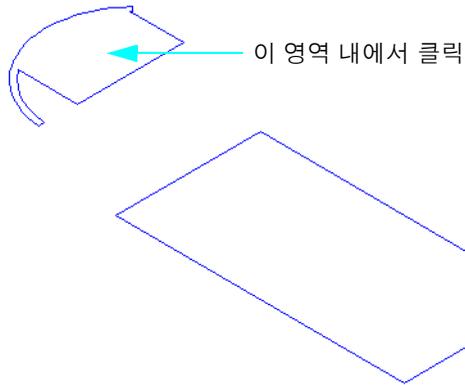
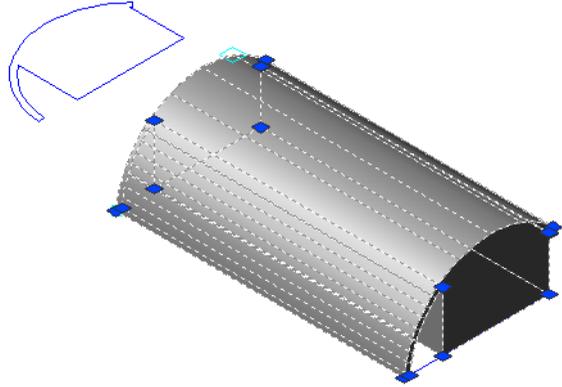
33 Stool.dwg의 의자

42 5장 기본 솔리드 작성

예를 들면, 이 방법을 사용하여 이 캠퍼스에 대한 강철 창고 건물을 작성할 수 있습니다.

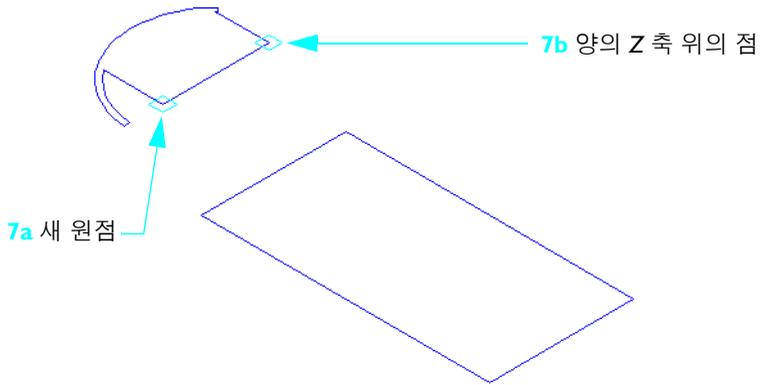
실습:

- 1 기존 창고 건물에서 줌 확대하고 삭제합니다.
- 2 현재 도면층을 30 BUILDINGS로 설정합니다. 10 BASE, 21 LANDSCAPE 및 20 CURBS AND WALKWAYS 도면층을 끕니다.
- 3 명령행에서 **boundary**를 입력합니다.
- 4 경계 작성 대화상자에서 고립영역 탐지 상자의 선택 표시를 지웁니다. 그런 다음 선택점을 클릭하고 창고 건물 외곽선 내의 아무 위치나 클릭합니다. 경계가 표시된 후 ENTER 키를 눌러 명령을 종료합니다.

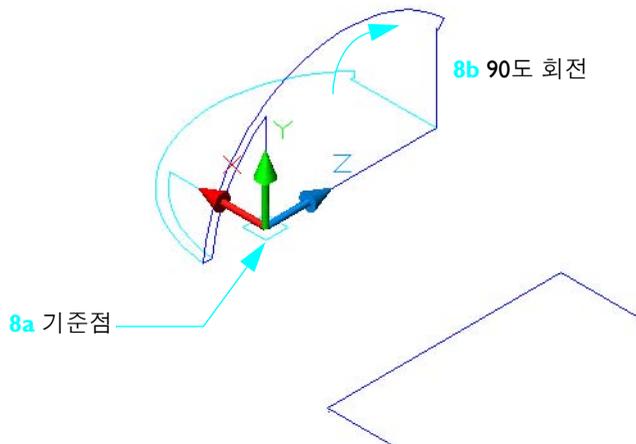


- 5 필요한 경우 상태막대의 DUCS 버튼을 클릭하여 끕니다.
- 6 도구 메뉴 > 새 UCS > Z축 벡터를 클릭합니다.

7 그림과 같이 두 끝점을 클릭하여 UCS Z축을 지정합니다.



8 창고 건물의 폴리선 경계를 선택하고 표시된 것처럼 90도 회전시킵니다.



44 5장 기본 솔리드 작성

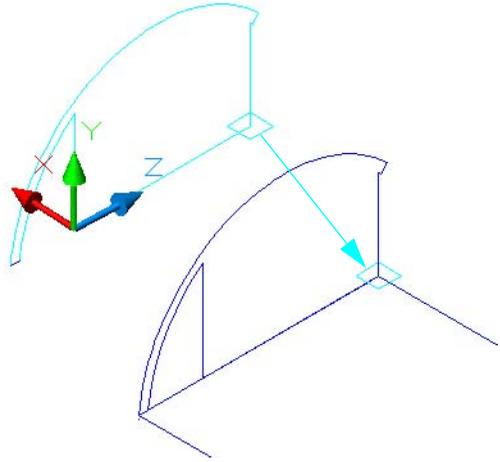
9 그림과 같이 객체 스냅을 사용하여 건물 기초의 모서리 위로 폴리선 경계를 이동합니다.

10 그리기 메뉴 > 모델링 > 돌출을 클릭하고 폴리선 경계를 선택합니다. 길이에 **105**를 입력합니다.

11 컨텍스트에서 창고 건물을 볼 수 있도록 10 BASE, 21 LANDSCAPE 및 20 CURBS AND WALKWAYS 도면층을 다시 켭니다. 이 도면의 건물 풋프린트가 포함되어 있는 03 FOUNDATIONS 도면층을 끕니다.

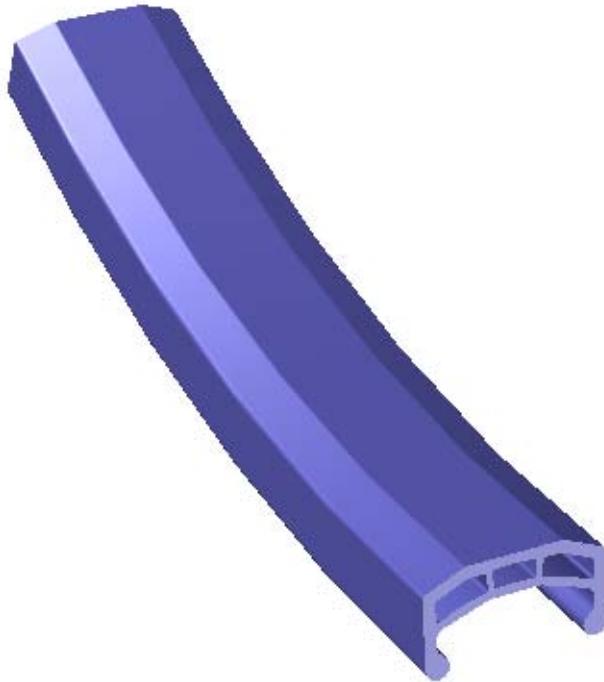
12 도면을 닫습니다.

주 DELOBJ 시스템 변수의 설정에 따라 돌출된 객체를 삭제할지 여부를 묻는 추가 프롬프트가 표시될 수 있습니다.



축 주위로 2D 객체 회전

2D 폴리선, 원, 타원 및 영역을 선형 방향으로 돌출하는 것 외에도 축을 기준으로 회전하여 3D 솔리드 객체를 작성할 수 있습니다. 예를 들어, 새로운 자전거 외륜을 광고하기 위해 드라마틱한 그림이 필요한 경우입니다. 원하는 결과는 이것과 비슷합니다.



3D 솔리드를 작성하려면 자전거 외륜의 2D 단면부터 시작합니다. 회전 축을 배치한 다음 단면을 최대 360도까지 회전할 수 있습니다.

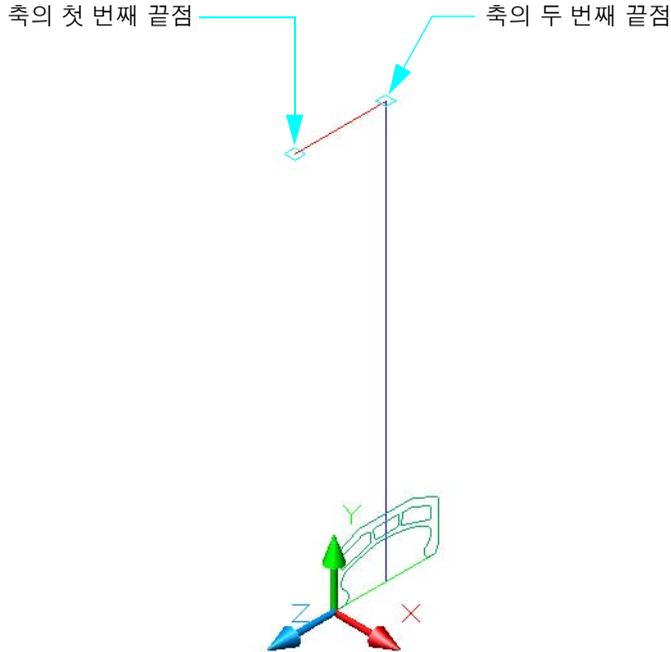
실습:

- 1 도면 *52 Bike Rim.dwg*를 엽니다.
- 2 도구 메뉴 > 조회 > 거리를 클릭하고 짙은 파란색 선의 길이를 확인합니다. 이 선은 외륜의 외부 모서리와 휠 허브의 빨간색 중심선 사이의 거리를 나타냅니다. 자전거 외륜의 반지름은 311mm입니다.

팁 3D에서 작업할 경우 객체의 좌표, 거리 및 길이를 자주 확인하는 것이 좋습니다.

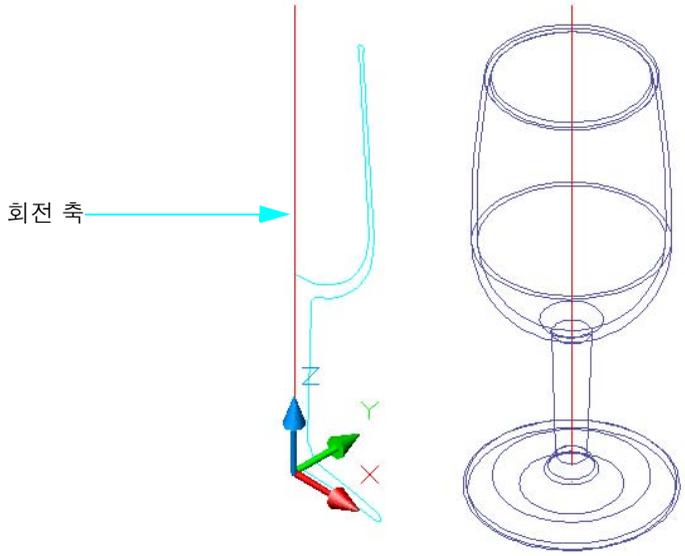
46 5장 기본 솔리드 작성

- 3 그리기 메뉴 > 모델링 > 회전을 클릭합니다. 자전거 외륜 단면을 선택한 다음 표시된 것처럼 빨간색 회전 축의 끝점을 지정합니다.



- 4 회전 각도로 **30**도를 입력합니다.
- 5 00 REFERENCE 도면층을 끕니다. 뷰 메뉴 > 표시 > UCS 아이콘을 클릭하고 켜기 항목을 선택 취소하여 UCS 아이콘의 표시를 끌 수 있습니다.
- 6 3D 웨도를 사용하여 뷰 스타일, 투시 투영 및 관측 각도를 실험합니다.
- 7 도면 파일을 닫습니다.

경우에 따라 솔리드의 내부에 있는 축을 기준으로 객체를 회전해야 합니다. 이 경우 다음 유리잔 도면에서와 같이 축을 중심으로 윤곽의 절반만 회전합니다.

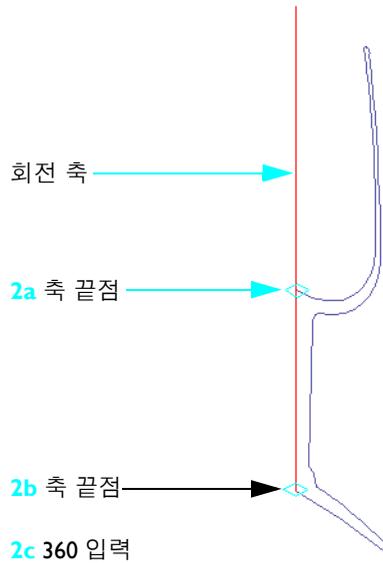


유리잔 윤곽의 절반

360도 회전의 결과

실습:

- 1 도면 53 *Glass.dwg*를 엽니다.
- 2 윤곽을 유리잔 중심선의 끝점 주위로 360도 회전합니다.



팁 축을 지정할 때 끝점으로 스냅할 경우 다른 객체가 밀집되어 있는 영역에서 객체를 찾아야 하는 경우가 있습니다. 끝점으로 줌 확대하는 대신 중간점 객체 스냅을 사용하여 시간을 절약하고 오류를 방지할 수 있습니다.

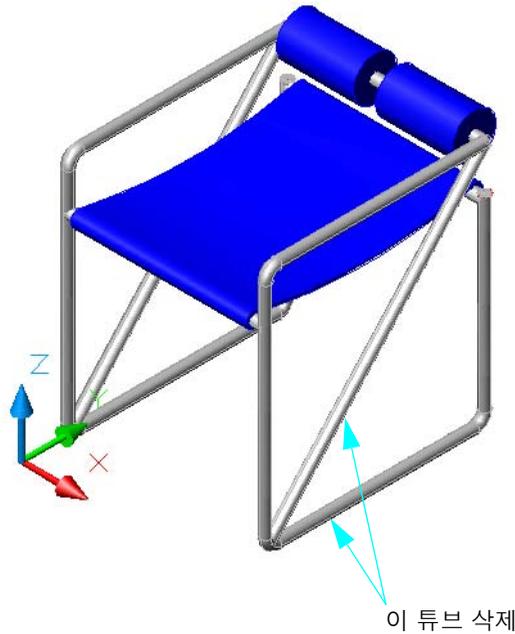
- 3 3D 쿼드를 사용하여 뷰 스타일 및 유리잔의 뷰를 변경합니다.
- 4 명령행에 **-shademode**를 입력하고 Gouraud를 지정합니다. 대시보드의 X 레이 모드 버튼을 클릭합니다. 3D 쿼드를 사용하여 유리잔을 확인합니다.
- 5 도면 파일을 닫습니다.

경로를 따라 2D 객체 스윕

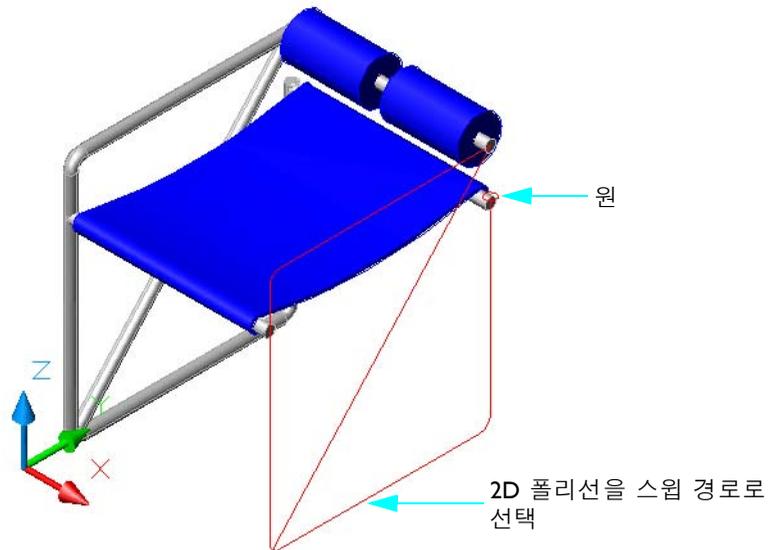
2D나 3D 경로를 따라 원, 직사각형 또는 기타 닫힌 2D 객체를 스윕하여 솔리드를 작성할 수 있습니다. 이것은 레일, 파이프, 튜브 및 덕트를 작성할 때 사용하는 효율적인 방법입니다.

실습:

- 1 도면 *54 Chair.dwg*를 엽니다.
- 2 표시된 것처럼 금속 튜브를 삭제합니다.

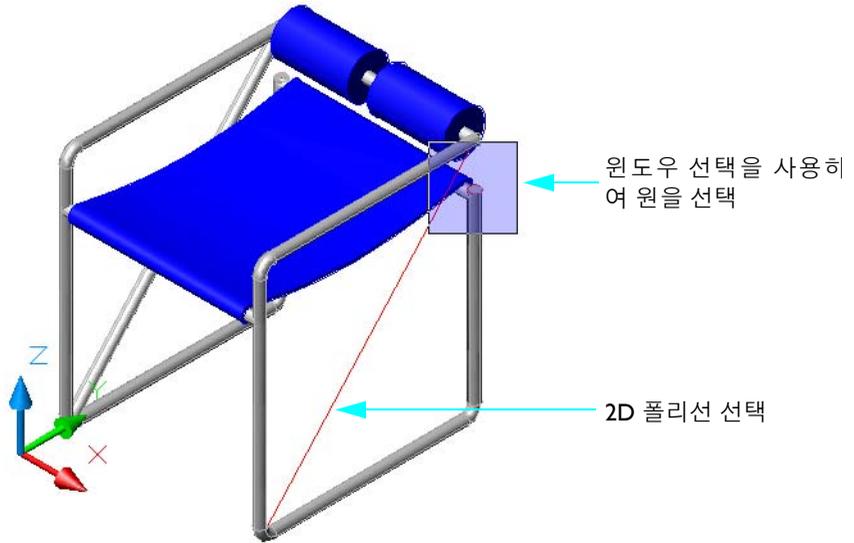


- 3 00 REFERENCE 도면층을 엽니다. 이제 정의하는 2D 폴리선 및 원을 볼 수 있습니다.
- 4 DELOBJ 시스템 변수를 0(Off)으로 변경합니다. 이 설정은 다음 스윕 작업에 대한 정의 형상을 유지합니다.



- 5 그리기 메뉴 > 모델링 > 스윙을 클릭합니다. 원을 선택하고 Enter 키를 누릅니다.
- 6 표시된 것처럼 스윙 경로를 선택합니다. 원은 삭제되지 않습니다.
대각 버팀기둥을 작성하기 위해 대각 폴리선을 따라 동일한 원을 스윙할 수 있습니다. 원을 경로에 정렬할 필요는 없습니다!

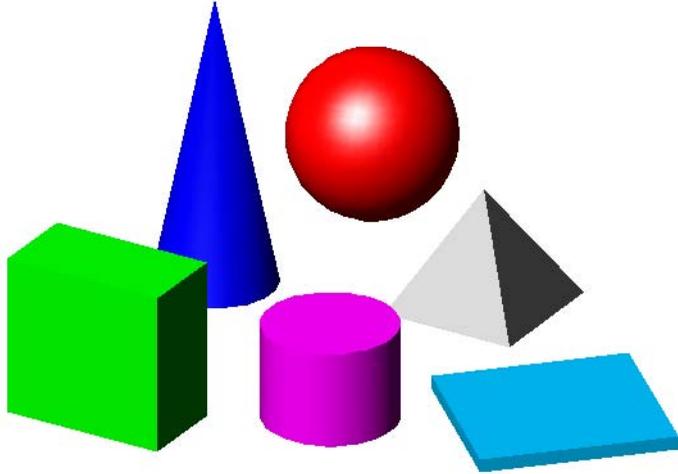
- 7 SWEEP 명령을 반복하고 윈도우 선택을 사용하여 원을 선택합니다(객체 선택 프롬프트에서 **w** 입력). 이는 원이 솔리드 튜브 "아래"에 있어 직접 선택할 수 없기 때문에 필요합니다. 그런 다음 나머지 폴리선을 경로로 선택합니다.



- 8 시간을 들어 다른 경로를 따라 사용자 고유의 닫힌 객체를 스윕해 봅니다.
- 9 도면 파일을 닫습니다.

기본체 사용

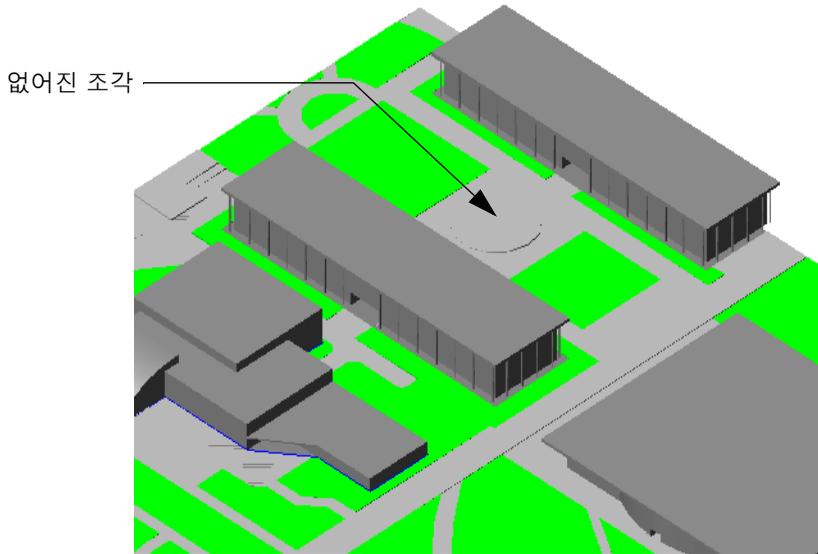
보다 공간 지향적으로 솔리드를 작성하는 방법은 솔리드 기본체(상자, 피라미드, 원추, 원통 등)로 모델링을 시작하는 것입니다.



모든 기본체가 그리기 > 모델링 메뉴와 3D 모델링 작업공간의 대시보드에 나열됩니다. 이러한 기본체는 사용하기 쉬우며 직관적입니다.

실습:

- 1 도면 51 Campus.dwg를 엽니다.
- 2 모형의 왼쪽 위 구석을 줌 확대하고 3D 케도를 사용하여 등각투영 뷰를 표시합니다.
모험심과 장난기가 많은 몇몇 공학도가 원형 받침대에서 유명한 조각상을 해체하여 제거했습니다.



그 자리에 새로운 조각상을 만들라는 위임을 받았습니다.

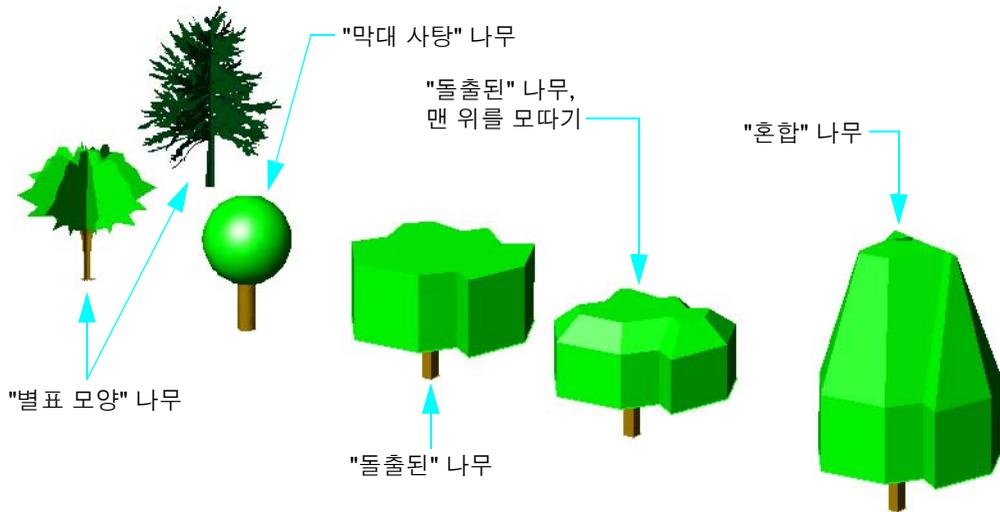
- 3 솔리드 기본체를 사용하여 독창적이고 아름다운 색상의 대체 조각상을 만드십시오. UCS 작업 평면의 방향을 변경하여 여러 기본체의 방향을 정하는 것을 잊지 마십시오.
- 4 도면 파일을 닫습니다.

조경 작성

조경은 건축 모형에서 다루기 어려운 분야입니다. 조경을 작성할 때 나무나 관목의 모형을 잎과 잔가지까지 자세하게 표현하지 않아도 됩니다. 따라서 적절한 유형과 추상적인 표현의 수준을 폭넓게 선택할 수 있습니다. 다음과 같은 사항을 고려합니다.

- 조경은 일반적으로 효과나 아이디어를 전달하기 위한 것으로, 조경 자체가 시선을 끌기보다 건축물이 돋보이도록 돕는 역할을 합니다.
- 3D 조경은 뷰 및 뷰 간섭을 확인하는 데 사용할 수 있습니다.
- 모형이 과도하게 세부적이면 불필요하게 크기가 커지고 성능이 저하됩니다.
- 반면 너무 추상적일 경우 실제 같지 않은 조경이 돋보이게 됩니다.

다음 그림에서는 나무나 관목을 작성하는 여러 기술을 보여줍니다.

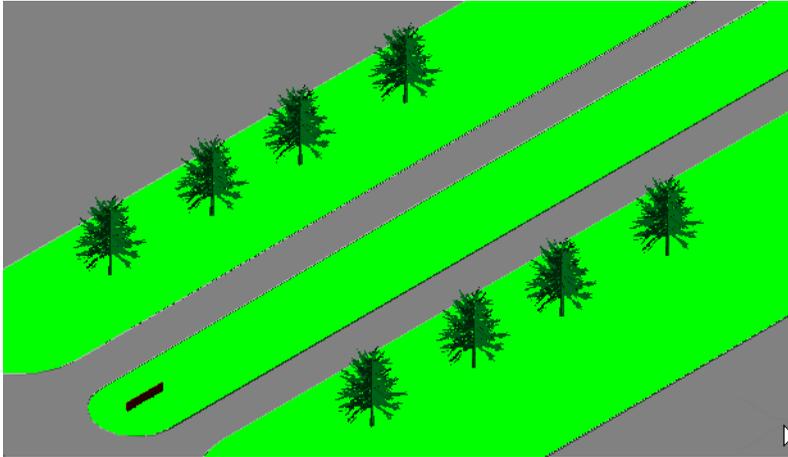


실습:

- 1 도면 55 *Trees.dwg*를 엽니다.
- 2 맨 위를 포함한 다양한 각도에서 나무 표현을 보려면 3D 궤도를 사용합니다.
- 3 사용자 고유의 나무를 작성해 봅니다.
- 4 도면 51 *Campus.dwg*를 엽니다.

- 5 캠퍼스 모형의 왼쪽 아래 구석으로 줌하고 3D 웨도를 사용하여 대학 입구를 따라 삽입된 "별표 모양" 나무를 봅니다.

이러한 나무는 AutoCAD에서 가져온 이미지를 추적한 다음 폴리선을 영역으로 변환하여 작성되었습니다. 맨 위에서 보면 별표 패턴을 작성하기 위해 4개 영역을 복사 및 회전했습니다. 결과는 블록으로 저장되었습니다.



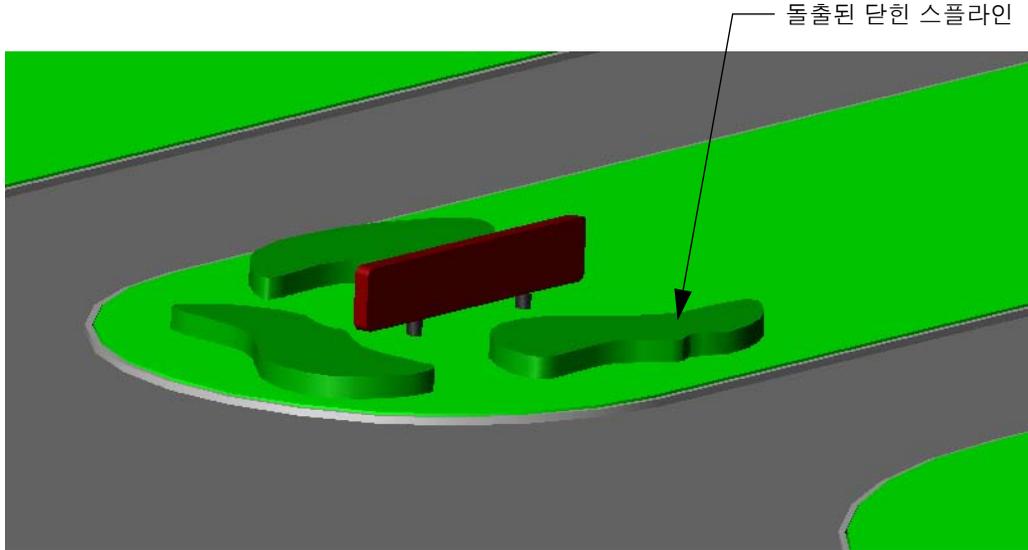
- 6 나무를 캠퍼스의 다른 위치로 복사합니다.
7 다른 스타일의 나무를 시험해 보거나 나무를 직접 만들어 보십시오.

팁 나무를 작성한 후 블록으로 저장합니다. 이렇게 하면 블록을 여러 번 삽입해야 하는 경우 도면의 크기가 줄어듭니다.

56 5장 기본 솔리드 작성

간단한 관목은 단힌 스플라인을 돌출시켜 작성할 수 있습니다.

- 1 캠퍼스의 왼쪽 아래 구석에 표시된 기호의 영역을 줌 확대합니다. 필요한 경우에는 3D 쿼드를 사용하여 관측 각도를 조절합니다.
- 2 현재 도면층을 21 LANDSCAPE로 설정합니다.
- 3 필요한 경우 특성 팔레트를 엽니다.
- 4 특성 팔레트를 사용하여 BYLAYER 색상을 짙은 음영을 가진 초록색으로 재지정합니다.
- 5 상태 막대에서 DUCS 버튼을 클릭하여 동적 UCS를 켭니다.
- 6 UCS 명령을 시작하고 기호 근처의 풀 영역을 클릭한 후 ENTER 키를 누릅니다. 그러면 풀 표면에 UCS의 XY 평면이 놓입니다.
- 7 상태 막대에서 DUCS 버튼을 클릭하여 동적 UCS를 끕니다.
- 8 여러 개의 단힌 스플라인을 그린 다음 2피트 돌출시켜 관목으로 덮인 영역을 작성합니다. 스플라인 작성 시 객체 스냅을 끄고 보다 수직 뷰에 가깝게 변경합니다.



- 9 도면 파일을 닫습니다.

6

솔리드 결합 및 수정

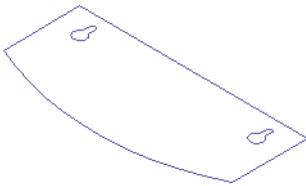
내용

3D 솔리드를 병합하려면 합집합 및 차집합과 같은 부울 연산을 사용할 수 있습니다. 기존 솔리드의 교차 체적에서 새 솔리드를 작성할 수 있으며, 솔리드의 면과 모서리를 재배치할 수도 있습니다.

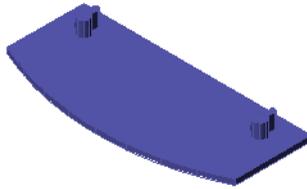
솔리드 더하기 및 빼기	58
돌출된 윤곽 교차.....	68
상세 수준 조정	74
상세 수준을 사용하여 주의 조정	76

슬리드 더하기 및 빼기

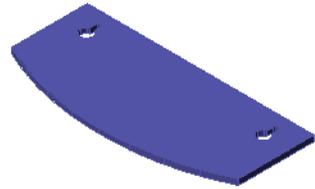
3D 슬리드를 작성한 후 합집합 및 차집합과 같은 부울 연산으로 결합할 수 있습니다. 예를 들어, 패널에 열쇠 구멍 슬롯을 작성하려면 다음 그림과 같이 패널에서 열쇠 구멍을 뺍니다. 열쇠 구멍을 필요한 거리보다 크게 돌출하여 보고 선택하기 쉽게 합니다.



원래 폴리선

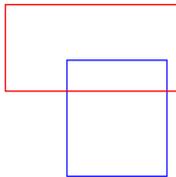


돌출된 슬리드

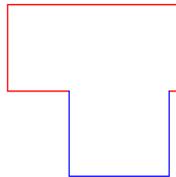


빼기 후 결과

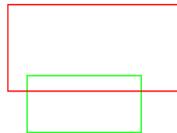
부울 연산을 사용하여 돌출하기 전에 여러 2D 영역 객체를 단일 영역에 결합할 수도 있습니다. 예를 들어, 다음 그림의 직사각형은 먼저 영역으로 변환된 다음 결합되었습니다.



두 영역



빨간색 및 파란색
영역 결합



두 영역



빨간색 영역에서 초록색
영역 빼기

주 2D 영역 및 3D 슬리드의 모서리와 면 색상은 부울 연산 후에 유지됩니다.

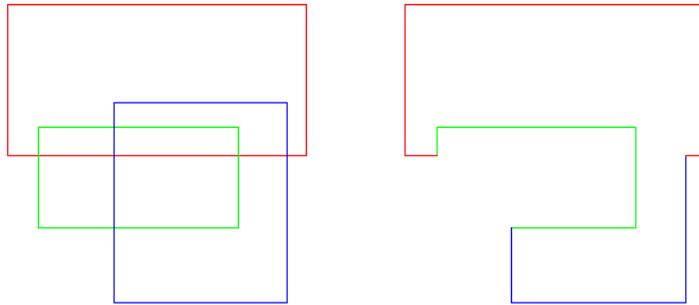
실습:

- 1 새 도면을 열고 2D 평면뷰를 표시합니다.
- 2 명령행에 **delobj**를 입력합니다. 값이 1(켜기)로 설정되어 있는지 확인합니다.
- 3 중첩하는 여러 닫힌 폴리선, 직사각형 및 원을 작성합니다.

- 4 그리기 메뉴 > 영역을 클릭하고 작성한 모든 객체를 선택합니다.
- 5 ENTER 키를 누릅니다.
이들 객체는 이제 영역 객체로 변환되었습니다.
- 6 수정 메뉴 > 솔리드 편집 > 합집합을 클릭하고 두 중첩하는 객체를 선택합니다.
- 7 수정 메뉴 > 솔리드 편집 > 차집합을 클릭합니다.
- 8 다른 객체를 선택하고 ENTER 키를 누릅니다.
- 9 이전에 선택한 객체에서 빼려는 중첩하는 객체를 선택하고 ENTER 키를 누릅니다.

두 선택 세트(유지할 객체 및 뺄 객체)를 사용하는 점에서 SUBTRACT 명령은 TRIM 및 EXTEND 명령과 동일하게 작동합니다.

다음의 빼기 연산 그림에서 빨간색 및 파란색 영역을 먼저 선택합니다. 그런 다음 처음 두 영역에서 빼기 위해 초록색 영역을 선택합니다. 결과는 세 개의 직사각형을 단일 영역으로 결합합니다.



세 영역

빼기 후 결과

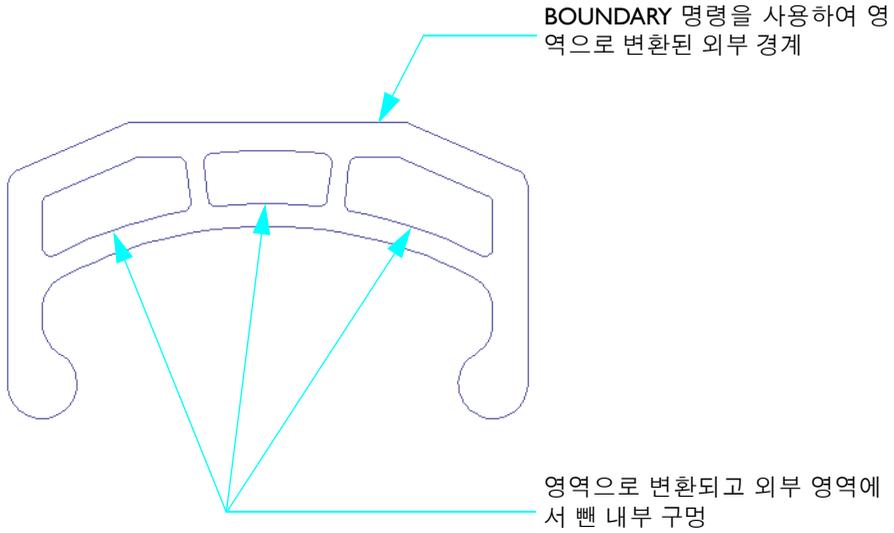
실습:

- 1 그림과 같이 세 영역을 작성합니다. RECTANG 및 REGION을 차례로 사용합니다.
- 2 수정 메뉴 > 솔리드 편집 > 차집합을 클릭합니다.
- 3 중첩하는 두 영역을 선택하고 ENTER 키를 누릅니다.
- 4 다른 중첩하는 영역을 선택하고 ENTER 키를 누릅니다.
- 5 원형, 직사각형 및 다각형 영역을 사용하여 여러 예제를 더 연습해 봅니다.
- 6 결과 복합 영역을 단일 객체로 돌출하거나 회전합니다.

팁 영역을 2D로 결합한 다음 3D로 돌출하거나 회전하거나 스윕하여 솔리드 모형을 효율적으로 작성할 수 있습니다.

60 6장 슬리드 결합 및 수정

이전 장에 있는 자전거 외륜의 2D 단면은 이 방법을 사용하여 작성되었습니다.

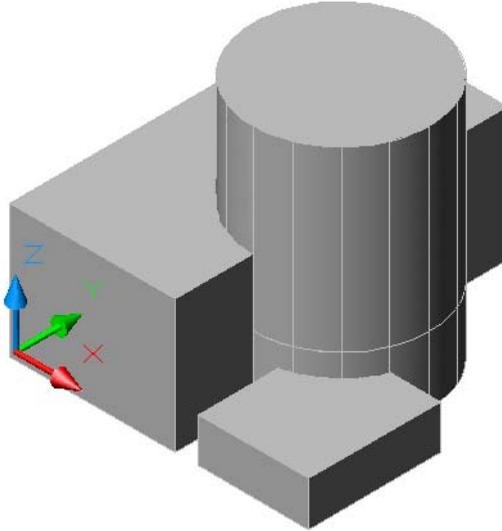


합집합 및 차집합 연산은 3D 돌출 및 기본체에서 동일하게 작동합니다.

실습:

I 도면 61 Hall.dwg를 엽니다.

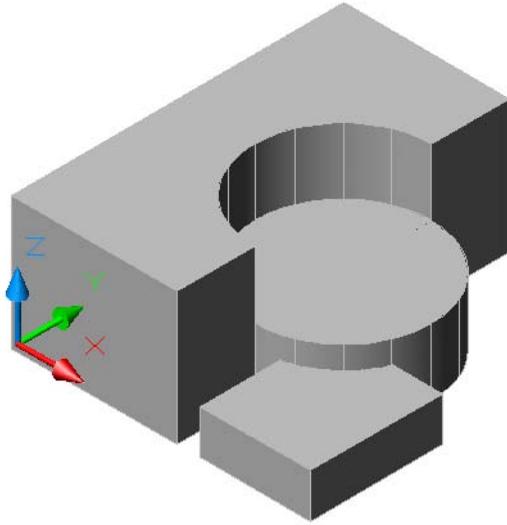
이것은 콘서트 홀의 회색 매스 모형의 시작입니다.



팁 솔리드에 색인 색상 7(흰색)을 사용하지 마십시오. 색인 색상 7로 작성된 객체는 현재 배경 색상에 따라 검은색이나 흰색으로 표시됩니다. 흰색 객체의 경우에는 대신 255,255,255 트루 컬러 설정을 사용하십시오.

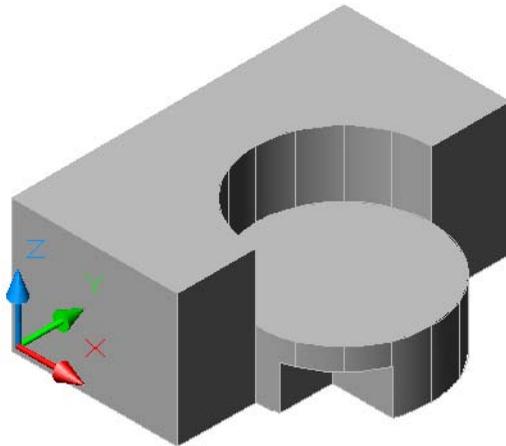
62 6장 솔리드 결합 및 수정

2 큰 상자로부터 맨 위 원통을 뺍니다.



3 나머지 원통과 복합 솔리드를 결합합니다.

4 복합 솔리드로부터 작은 상자를 뺍니다.

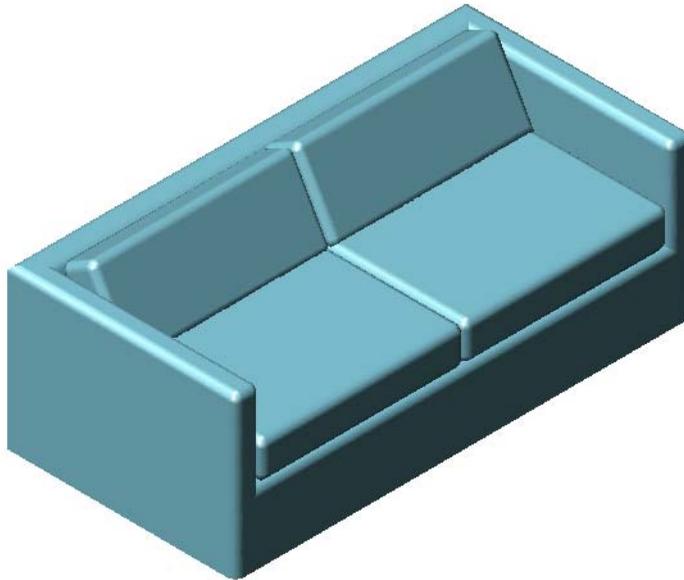


5 이전 단계를 모두 명령취소하고 단일 차집합 연산으로 동일한 결과를 얻을 수 있는지 확인합니다.

팁 SUBTRACT 명령에 두 개의 선택 세트가 있습니다.

6 도면 파일을 닫습니다.

일반적으로 임의의 솔리드 모형을 작성하는 데 여러 가지 방식이 있습니다. 예를 들어, 그림에 있는 소파는 기본체 및 일련의 합집합 연산을 사용하여 작성할 수 있었습니다. 이 경우 차집합 연산을 사용하는 것이 더 쉽습니다.



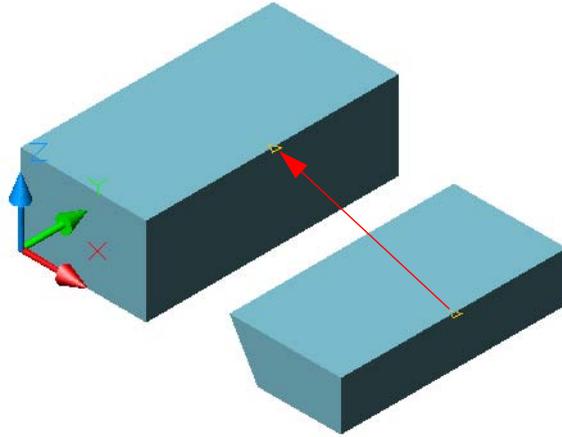
실습:

1 도면 *62 Couch.dwg*를 엽니다.

이 도면은 두 솔리드인 상자 기본체와 돌출된 사다리꼴 폴리선을 포함합니다.

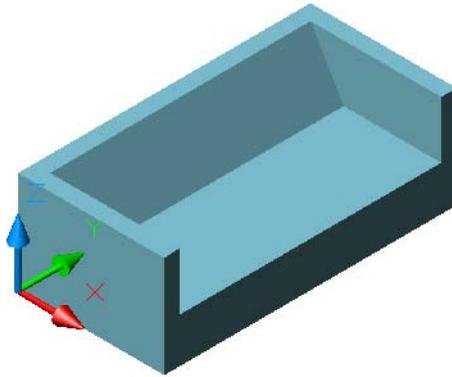
64 6장 솔리드 결합 및 수정

2 그림과 같이 중심점 객체 스냅을 사용하여 돌출된 솔리드를 상자로 이동합니다.



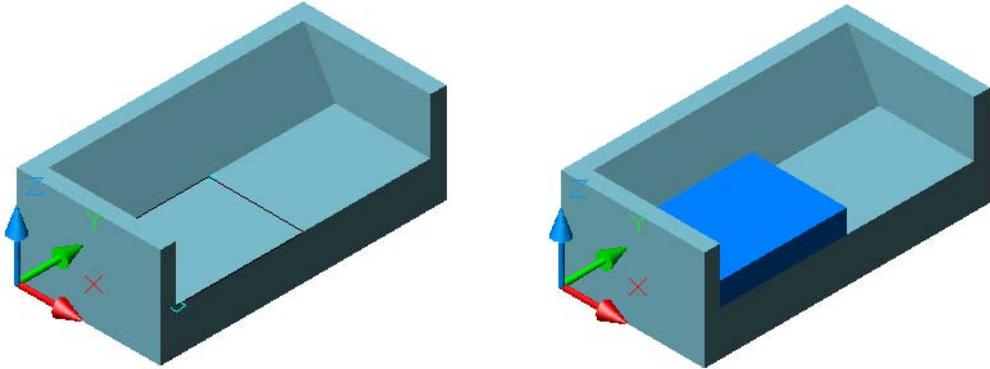
3 명령행에서 **3dselectionmode**를 입력한 후 0을 입력합니다. 그러면 상자 기본체 내부에 있는 이동한 객체를 선택할 수 있습니다.

4 돌출된 솔리드를 상자 기본체에서 뺍니다. 차집합 연산을 시작한 후 상자를 선택하고 ENTER 키를 누른 다음 돌출된 객체를 선택합니다. 소파의 기본 웨이프가 완료됩니다.

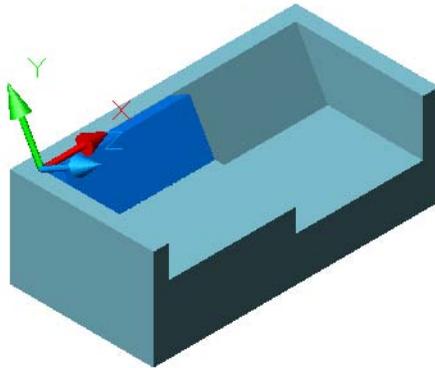


5 쿠션을 작성하기 전에 현재 도면층을 20 CUSHION으로 설정합니다.

- 6 그림에서 표시된 객체 스냅을 사용하여 상자를 작성하고 상자의 높이를 150mm로 합니다.

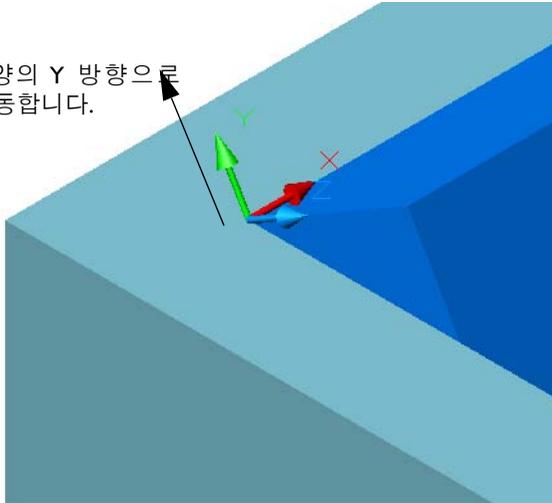


- 7 UCS 명령의 면 옵션을 사용하여 소파의 모난 면의 UCS 작업 평면을 설정합니다. 소파 왼쪽 위 구석의 주위를 클릭합니다.
- 8 원점에서 시작하여 작업 평면에 길이가 815mm, 폭이 330mm, 높이가 150mm인 상자를 작성합니다.



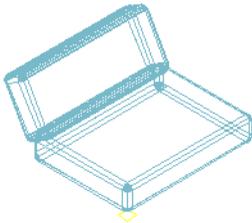
- 9 그림과 같이 Y축을 따라 상자를 이동합니다. 그런 다음 UCS를 이전(WCS) 위치로 복귀시킵니다.

상자를 양의 Y 방향으로
42mm 이동합니다.



10 도면층 10 COUCH를 끕니다.

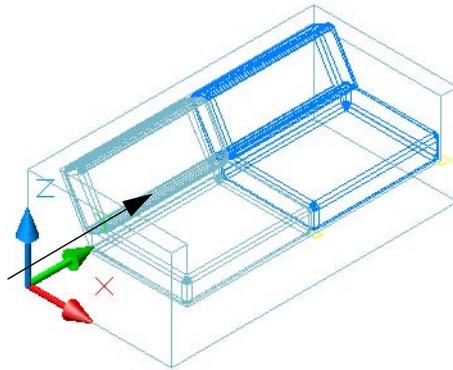
11 소파의 뷰 스타일을 3D 와이어프레임으로 변경합니다. FILLET 명령을 사용하여 30mm 모깍기 반지름으로 각 쿠션의 12개 모서리를 모두 둥글게 합니다.



팁 솔리드의 구석이 올바르게 혼합되는지 확인하려면 단일 FILLET 명령에서 각 객체의 교차 모서리를 모두 선택합니다.

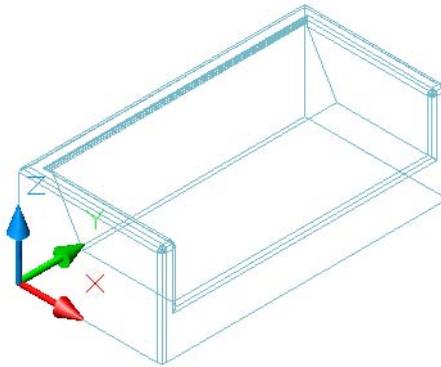
12 도면층 10 COUCH를 다시 켵니다.

13 객체 스냅을 사용하여 그림과 같이 의자 및 등받이 쿠션을 복사합니다.



14 도면층 20 CUSHION을 끕니다.

15 그림과 같이 소파의 구석을 둥글게 합니다. 30mm 모깍기 반지름을 사용합니다.



팁 제일 마지막까지 모서리 모깍기 및 둥글게 하기를 지연합니다. 다른 객체를 작성, 이동, 복사 및 대칭하는 참조 위치로 종종 모난 모서리와 구석이 필요합니다.

16 도면층 20 CUSHION을 다시 켭니다.

17 뷰 스타일을 실제로 변경하고 **-shademode**를 입력하여 Gouraud를 지정합니다.

18 3D 궤도를 사용하여 완성된 모형을 봅니다.

19 특별한 터치를 위해 도면층 30 PILLOW을 켭니다.

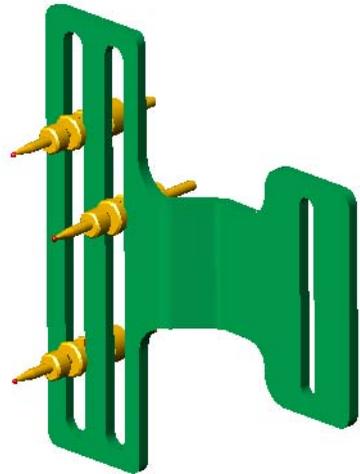
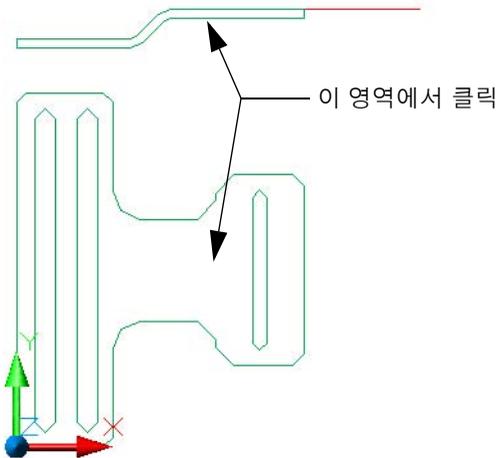
20 도면 파일을 닫습니다.

돌출된 윤곽 교차

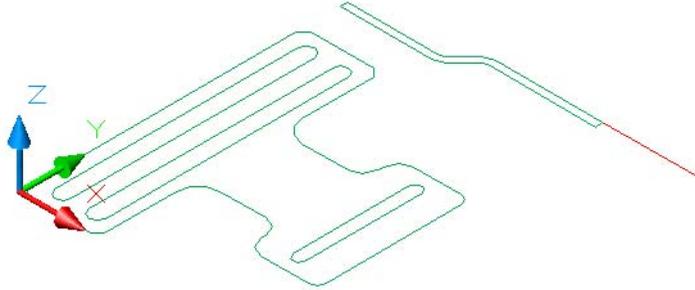
또 다른 강력한 부울 명령은 INTERSECT입니다. 교집합 작업은 중첩하는 솔리드의 일반 체적으로부터 솔리드 객체를 작성합니다. 교집합 작업을 사용하는 효율적인 구성 기술이 여러 가지 있습니다. 예를 들어, 돌출된 2D 뷰를 교차하여 양궁 스포츠에 사용되는 구형 활 조준기로부터 브래킷을 쉽게 작성할 수 있습니다.

실습:

- 1 도면 63 Bowsight.dwg를 엽니다.
- 2 BOUNDARY 명령을 사용하여 도면의 각 닫힌 루프에서 영역을 작성합니다. 경계 작성 대화상자에 있는 객체 유형의 드롭다운 리스트에서 영역을 클릭합니다. 선택점을 클릭하고 그림과 같이 영역에서 클릭합니다.



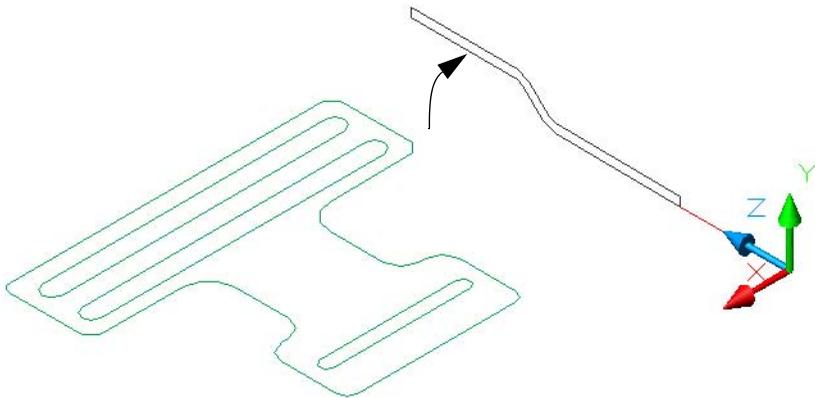
- 3 SUBTRACT 명령을 사용하여 브래킷에서 세 개의 슬롯을 뺍니다. 두 영역 객체(평면도 윤곽 및 정면도 윤곽)가 있어야 합니다.



- 4 3D 웨드를 사용하여 브래킷의 3D 뷰를 표시합니다.
- 5 도면층 10 FRONT 및 20 TOP을 끕니다. 이 도면층의 객체를 사용하여 현재 도면층인 30 SOLID에 윤곽을 작성했습니다.

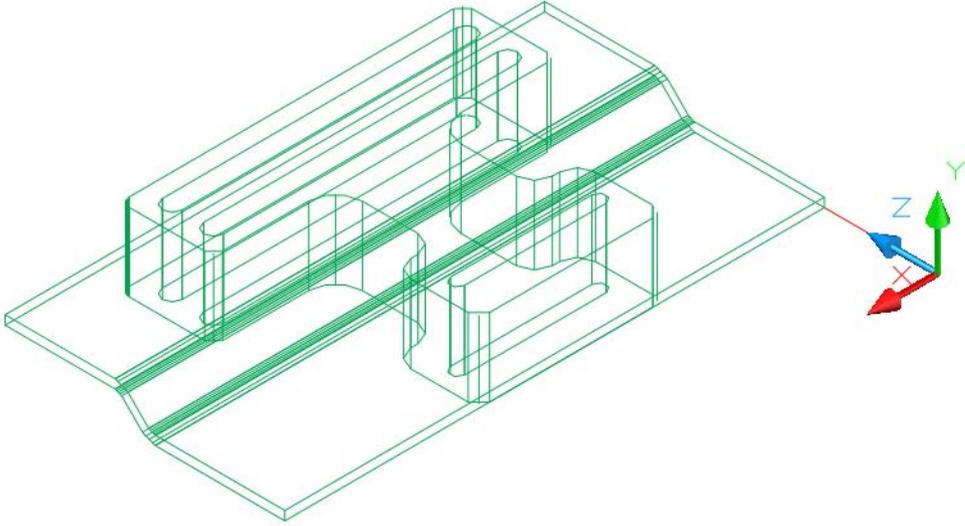
팁 항상 2D 참조 형상과 구성선을 유지하십시오. 이들 객체는 나중에 추가하거나 변경할 때 매우 편리합니다. 이 객체를 유지할지 아니면 삭제할지 여부는 DELOBJ(객체 삭제) 시스템 변수의 설정에 따라 다릅니다.

- 6 UCS의 Z축을 빨간색 참조선에 맞춰 정렬하고 그림과 같이 맨 위 윤곽을 90도 회전합니다.

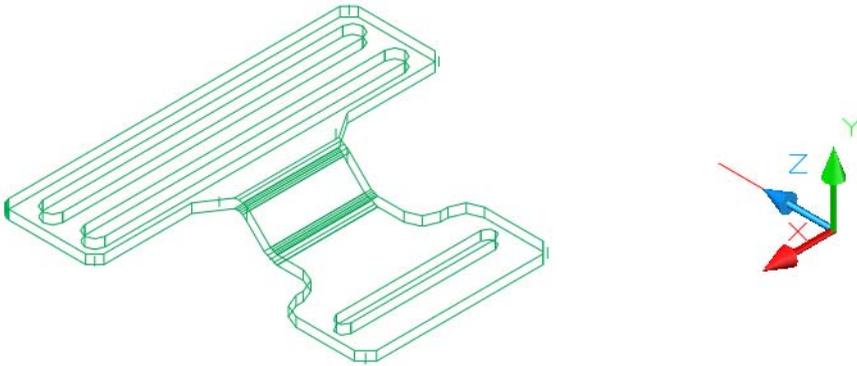


70 6장 솔리드 결합 및 수정

- 7 두 윤곽을 모두 돌출합니다. 돌출 거리를 지정하려면 시작점을 클릭하고 포인터를 이동합니다. 돌출이 완전히 서로 통과하지 않으면 정확한 거리는 중요하지 않습니다.

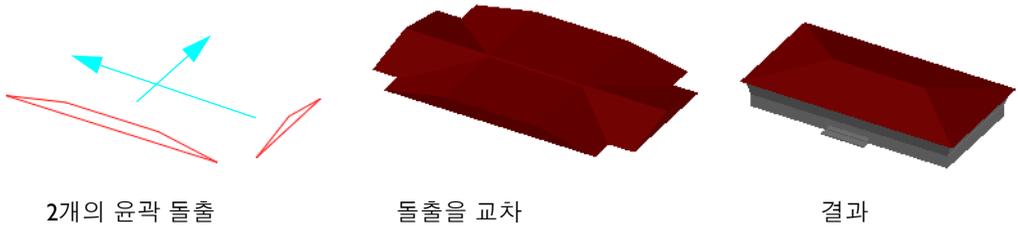


- 8 INTERSECT 명령을 시작하고 두 돌출을 모두 선택한 다음 ENTER 키를 누릅니다.

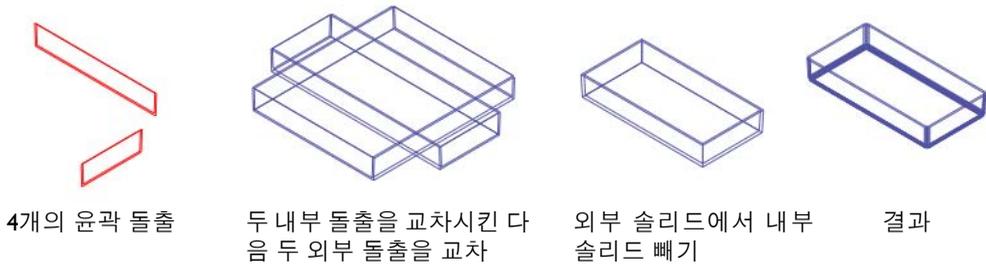


- 9 브래킷 모형이 완료됩니다. 3DORBIT 명령을 사용하여 다른 뷰 스타일, 투영 및 관측점을 지정합니다.
- 10 도면 파일을 닫습니다.

교차하는 두 돌출된 윤곽의 또 다른 예제가 다음의 모임 지붕 그림에 나타나 있습니다. *64 Roof.dwg* 도면을 열어 모형을 자세히 검사한 다음 기술을 시험해 볼 수 있습니다.

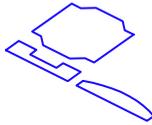


다음 그림은 기울기 각도가 2도인 플라스틱 상자를 작성하는 방법을 보여줍니다. 이 예제에서 두 개의 닫힌 폴리선(내부 폴리선 및 외부 폴리선)이 각 윤곽에 대해 작성되었습니다. 모형을 자세히 검사한 다음 *65 Box.dwg* 도면을 열어 기술을 시험해 볼 수 있습니다.

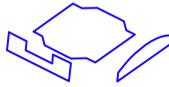


72 6장 솔리드 결합 및 수정

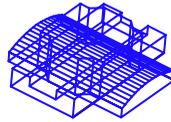
이와 같은 기술로 세 개의 윤곽으로 연장할 수 있습니다. 예를 들어, 박물관의 매스 모형을 작성하려면 정면도, 평면도 및 측면도의 돌출을 교차할 수 있습니다. 프로세스의 단계는 다음 그림에서 표시됩니다.



기초 평면 및 두 개의 입면도



입면도를 제자리로 회전



윤곽을 서로 통과하게 돌출



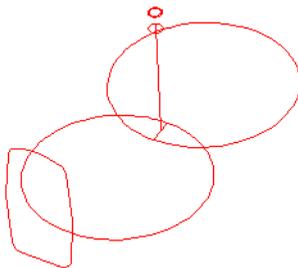
3개의 돌출 교차

실습:

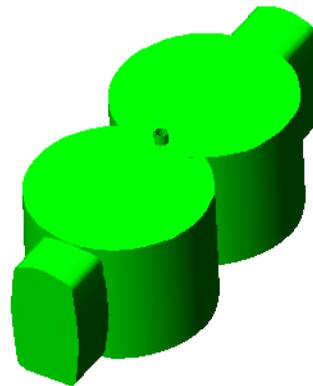
- 1 도면 66 Profiles.dwg를 엽니다.
- 2 입면도 및 기초 평면을 돌출하여 서로 완전하게 교차하도록 합니다.
- 3 INTERSECT 명령을 사용하여 매스 모형을 작성합니다.
- 4 도면 파일을 닫습니다.

여러 시정 기관에서 건물 설계 승인 과정의 일환으로 질량 모형을 요구하기 시작했습니다. 일부 시정 기관에서는 보다 자세한 두 번째 3D 모형도 요구합니다.

다음 그림은 66 Bottle.dwg 도면의 병을 작성하는 데 사용된 교차 기술의 다른 예제입니다.



참조 객체



돌출된 솔리드



교차된 솔리드

병 목을 병 몸체와 결합하고 FILLET 명령으로 모서리를 둥글게 한 다음 SOLIDEDIT 명령의 셀 옵션으로 속을 비워 최종 결과를 얻습니다. 마지막으로 속이 빈 병의 안쪽으로 연결되는 통로를 만들기 위해 병 목 상단에서 작은 원통을 빼냈습니다.

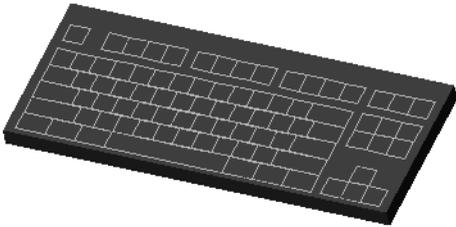
FILLET 명령에서 적절한 반지름 값을 사용하는 것에 주의하십시오. 지정한 반지름이 너무 크면 명령은 솔리드를 둥글게 하거나 모깎기하지 못합니다.



모서리 둥글리기 이후의 최종 결과

상세 수준 조정

AutoCAD에서 모델링되는 모든 객체는 서로 다른 상세 수준에서 구성될 수 있습니다. 솔리드 모형을 작성하는 기술이 숙련됨에 따라 필요한 이상으로 상세 수준을 높이려고 합니다. 예를 들어, 컴퓨터 키보드를 생각해 보겠습니다. 둥근 모서리, 홈, 곡선에 유의하십시오. 3D 모형의 키보드를 작성하려면 어느 정도의 상세 수준을 포함해야 할까요?



낮은 상세 수준



중간 상세 수준

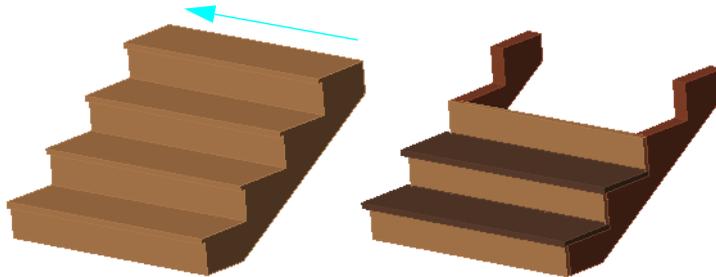
이 문제에 대한 대답은 모형의 의도된 목적에 따라 다릅니다. 모형이 가구 배치 표현의 일부인 경우 낮은 상세 수준이 필요합니다. 모형이 응력 분석 소프트웨어에 대한 출력 또는 보급을 위한 상세 렌더링의 일부인 경우에는 높은 상세 수준이 필요합니다.

실습:

- 1 도면 *67 Keyboards.dwg*를 엽니다. 이 도면에는 키보드의 두 표현인 낮은 상세 수준 버전과 중간 상세 수준 버전이 있습니다.
- 2 각 키보드 모형을 줌 확대합니다. 3D 웨도를 사용하여 여러 각도에서 각 모형을 봅니다.
- 3 두 모형이 거의 동일하게 나타나는 점까지 줌 축소합니다.
- 4 도면 파일을 닫습니다.

키보드의 키 위에 문자를 넣을 자원자가 있습니까?

상세 수준을 조정하는 개념은 모형 구성 방법으로 확장됩니다. 예를 들어, 다음은 계단의 일부를 두 가지로 표현한 것입니다. 어떤 모형이 더 낮습니까?



간단한 폴리선 윤곽에서
“측면”이 돌출됨

유사한 구성이 되도록 구성
요소에서 모형 작성

이 경우에도 대답은 필요한 용도가 무엇인지에 따라 다릅니다.

- 설계 및 시각화를 위한 개념적 모형 또는
- 렌더링, 간접 확인 또는 구성 설명을 위한 상세 모형

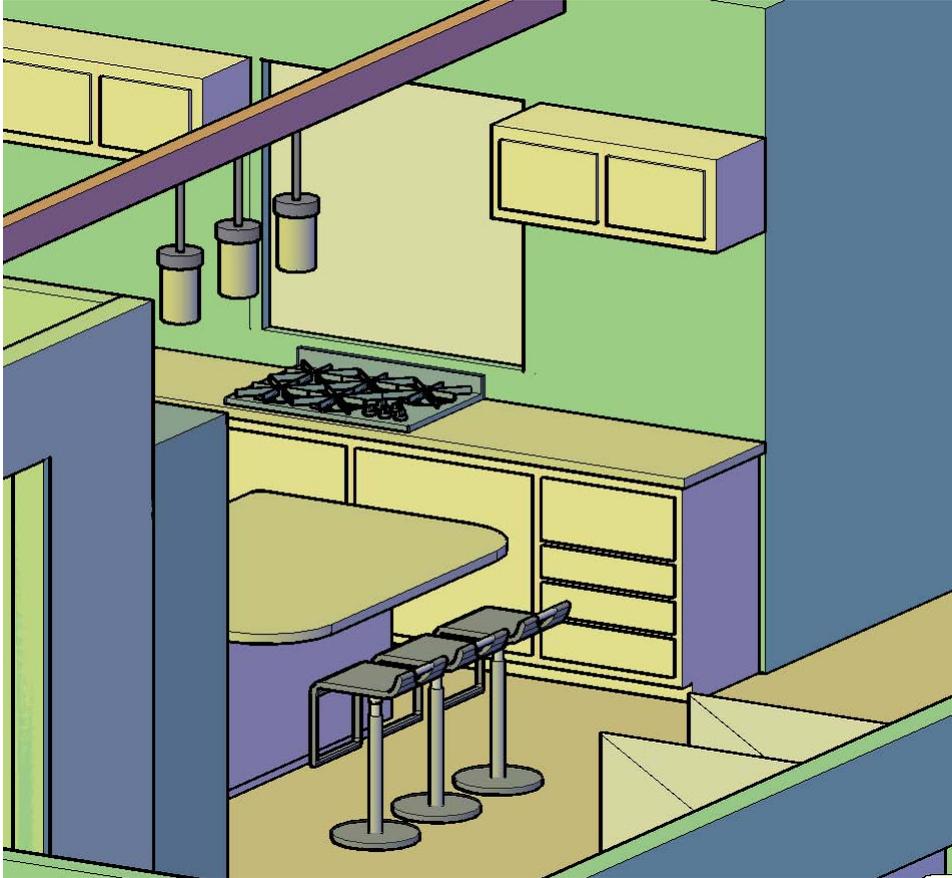
실습:

- 1 도면 68 *Stairs.dwg*를 엽니다. 이 도면에는 작은 계단의 두 표현인 낮은 상세 수준 버전과 높은 상세 수준 버전이 있습니다.
- 2 3D 웨도를 사용하여 여러 각도에서 각 모형을 봅니다.
- 3 도면 파일을 닫습니다.

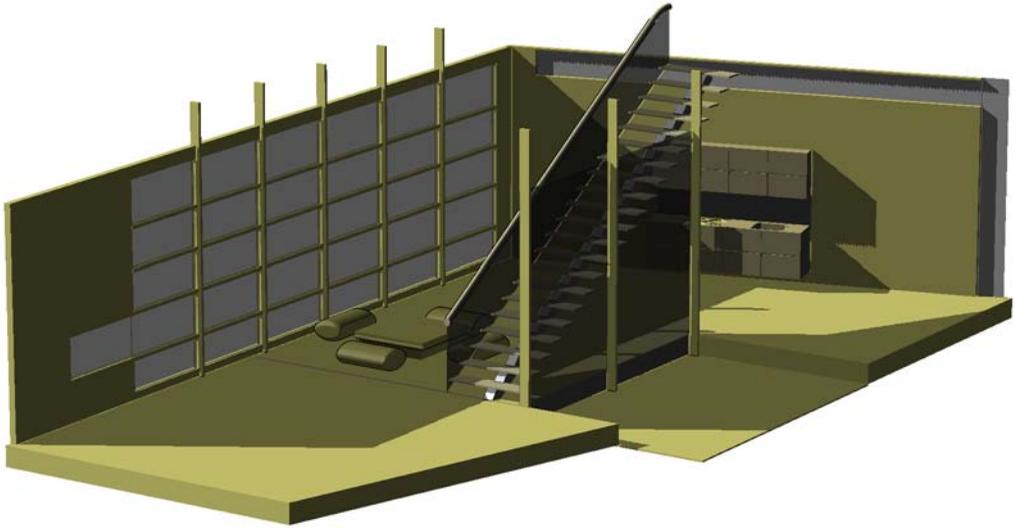
상세 수준을 사용하여 주의 조정

또 다른 고려 사항은 상세 수준의 변화를 통해 주의를 끄는 것입니다. 모형의 특정 영역에서 상세 수준을 증가시키거나 그 주변 영역에서 상세 수준을 감소시켜 해당 영역에 대한 주의를 끌 수 있습니다. 상세 수준이 높을수록 청중의 관심을 자연스럽게 끌 수 있습니다.

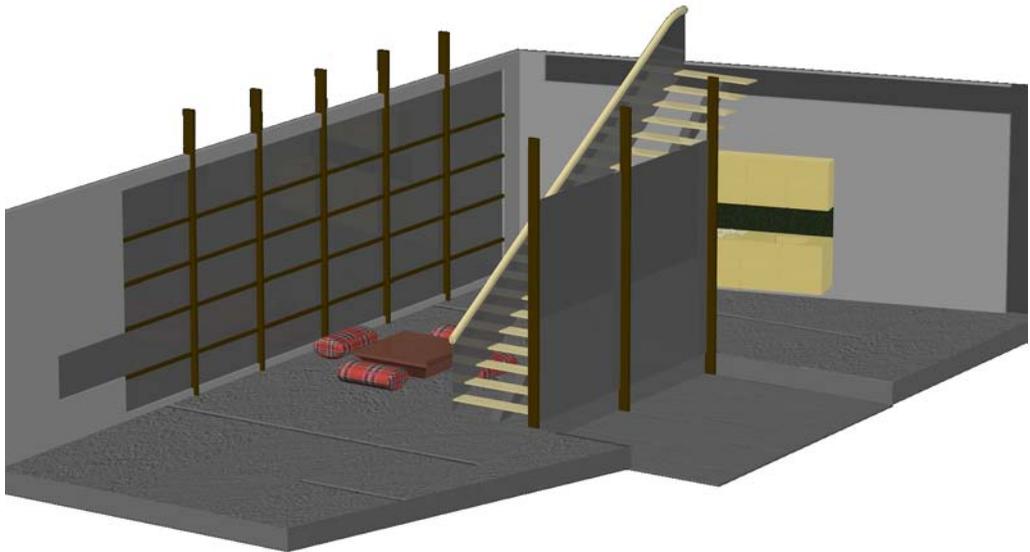
예를 들어, 다음 그림에서 이 이미지가 새로운 현수형 캐비닛 설계를 표현하거나 스토브 상판 및 새로운 조명 위치를 표현하는 데 적합한지 여부를 고려합니다. 어떤 것이 먼저 눈에 띄니까?



다음 그림에서 상세 수준이 일정한 상태로 낮게 유지됩니다. 그 목적은 의도한 청중이 전체 공간 효과를 감지하되 재료나 사소한 세부 사항에 주의가 흩어지지 않도록 하는 것입니다.



앞의 방 그림과 다음 렌더링을 비교해 보십시오. 렌더링에서 어디에 주의가 집중됩니까?



78 6장 솔리드 결합 및 수정

모형에 사람 이미지를 배치하는 데에도 동일한 원칙이 적용됩니다. 설계에서 사람의 복장 또는 표현으로 인해 주의가 분산되지 않도록 하려면 윤곽선 또는 사람의 반투명 이미지를 대신 사용합니다.

팁 3D 모형은 목적 달성을 위한 도구라는 점을 항상 명심하십시오. 상세 수준이 지나치면 시간과 성능이 추가로 요구됩니다. 상세 수준을 사용하여 도면의 특정 영역에 주의를 집중할 수 있으며 효과 전달을 위해 도면에서 상세 수준을 균일화할 수 있습니다.

작업한 내용 활용

내용

솔리드 모형은 도면 뷰 생성, 설계 분석 및 프리젠테이션 작성 등 다양한 용도로 사용됩니다.

여기에서 이동할 위치.....	80
하위 객체 및 구성요소 객체 편집.....	81
단면 작성.....	83
3D 뷰 평면화.....	85
질량 특성 계산.....	86
3D 모형 보행시선 또는 조감뷰.....	87
간섭 확인.....	89
제조용 파일 작성.....	93
3D 솔리드를 투명하게 만들기.....	94
프리젠테이션용 실제 이미지 작성.....	96
결론.....	97

여기에서 이동할 위치

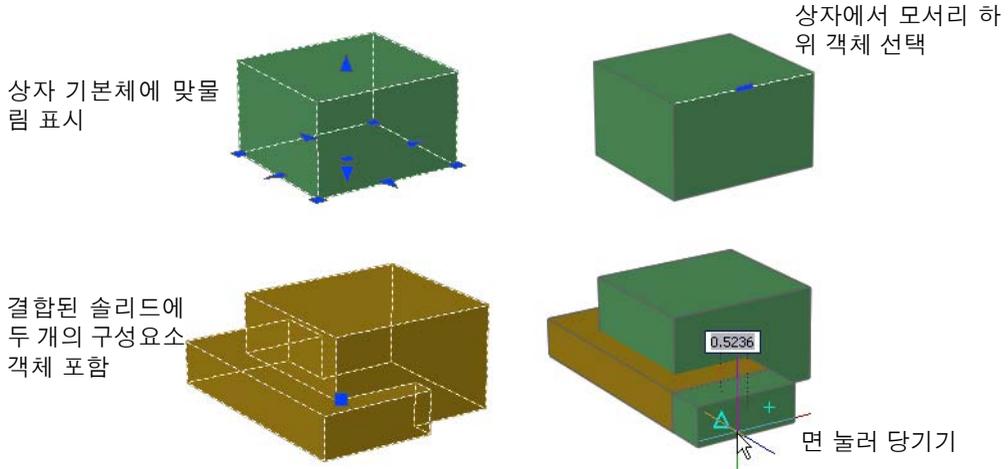
솔리드 모형을 작성한 후 이 모형을 다양한 작업과 응용프로그램에 사용할 수 있습니다. 솔리드 모형을 사용하여 다음의 작업을 수행할 수 있습니다.

- 모서리, 곡면 및 기타 하위 구성요소를 편집합니다.
- 분석, 시각화 및 도면에 대한 단면을 작성합니다.
- 3D 뷰를 2D 뷰로 평면화합니다.
- 면적, 체적 등의 질량 특성을 계산합니다.
- 시각적 간섭이나 물리적 간섭을 확인합니다.
- 입체전사 또는 수치 조정 제조를 위한 파일을 작성합니다.
- 3D 보행시선 또는 조감뷰를 수행합니다.
- 3D 솔리드를 투명 또는 반투명하게 만듭니다.
- 조명 검토를 수행하고 그림자를 생성합니다.
- 광원, 재료 및 텍스처어를 사용하여 프리젠테이션 이미지를 작성합니다.
- 포토리얼리스틱 렌더링을 작성합니다.

나열된 작업 중 일부는 사용자의 관심 분야지만 나머지는 사용자 분야와 관련이 없습니다. 다음 절에는 여러 그림 및 예제와 함께 이러한 작업에 대한 간략한 설명이 있습니다. 각 절 끝부분에는 추가 연구를 위한 *사용자 안내서* 참조가 수록되어 있습니다.

하위 객체 및 구성요소 객체 편집

솔리드를 선택할 때 **Ctrl** 키를 누르면 3D 솔리드에서 하위 객체와 구성요소 객체를 선택할 수 있습니다. 하위 객체로는 모서리와 평면 곡면이 있습니다. 구성요소 객체로는 복합 솔리드를 만들 수 있도록 부울 연산과 결합된 기본체와 기타 솔리드가 있습니다. 또한 치수를 변경할 때 맞물림을 사용하여 솔리드를 편집할 수 있습니다.

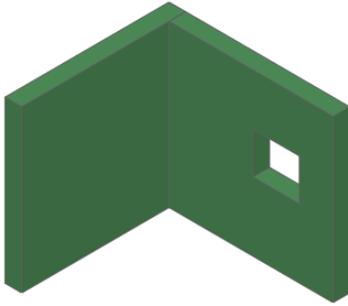


하위 객체와 구성요소를 편집하는 것은 개념 설계에 적합합니다. 이 기능을 사용하는 경우 일반적으로 정밀도를 사용하여 거리와 각도를 지정하지 않습니다. 대신 솔리드 모형의 구성요소를 신축하고 이동하고 누르고 당겨서 시각 효과와 공간 효과에 초점을 맞출 수 있습니다.

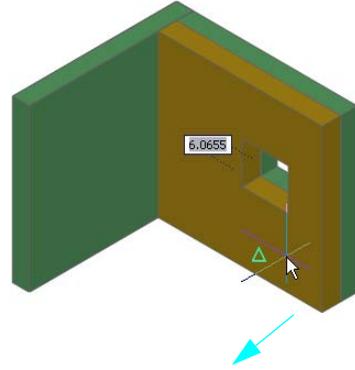
실습

- 1 여러 기본체에서 모형을 작성하고 UNION 또는 SUBTRACT와 같은 부울 연산을 사용하여 결합합니다.
- 2 3D 등각투영 뷰를 지정하고 개념 뷰 스타일이나 실제 뷰 스타일을 지정합니다.

- 3 **presspull**을 입력하고 커서를 원하는 솔리드 면 위로 이동합니다. 또한 대시보드에서 **PRESSPULL**을 시작할 수도 있습니다. 대시보드는 3D 작성 제어 패널의 중앙 근처에 있습니다.



누르거나 당기기 전



면이 당겨짐, 채색된 영역은 변화가 있음을 나타냄

- 4 곡면을 클릭한 다음 앞뒤로 끕니다. 면을 끌면 면의 색상이 커서의 색상으로 임시로 설정됩니다.
- 5 변경 내용을 승인하려면 클릭합니다.

사용자 안내서의 추가 학습

3D 솔리드 및 곡면 조작

경계 영역 누르기 또는 당기기

3D 하위 객체 선택 및 수정

맞물림 도구를 사용하여 객체 수정

단면 작성

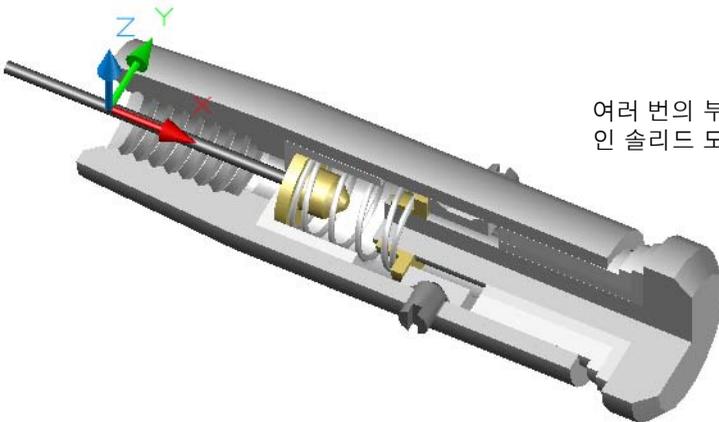
여러 방법을 사용하여 단면을 작성할 수 있습니다. “파괴적” 단면 작성 방식을 사용하는 경우 일반적으로 솔리드 모형을 자체 도면층이나 별도의 도면 파일에 복사한 다음, 모형에서 또 다른 솔리드를 빼내어 단면 뷰를 작성합니다.

실습

- 1 도면 71 *Florett.dwg*를 엽니다. 이것은 펜싱 경기에 사용되는 전기 포일 지점의 솔리드 모형이지만 내부 구성요소는 보이지 않습니다.
- 2 포일 지점 위로 커서를 이동합니다. 여러 그룹에 구성요소가 연관되어 있음을 유의하십시오. PICKSTYLE 시스템 변수를 0으로 설정합니다. 이렇게 하면 그룹화된 구성요소를 개별적으로 선택할 수 있습니다.

팁 여러 개의 3D 솔리드를 결합해야 하지만 합집합 연산으로 이 솔리드를 결합하지 않으려면 하나 이상의 그룹에 솔리드를 지정합니다.

- 3 도면층 10 BARREL을 끕니다.
내부 구성요소에 유의하십시오. 다른 여러 도면층을 끄고 설계를 탐색합니다.
- 4 10 BARREL 및 01 BOX를 제외한 모든 도면층을 끕니다.
- 5 통에서 상자를 뺍니다. 00 REFERENCE 도면층을 제외한 모든 도면층을 켭니다.
- 6 3D 궤도를 사용하여 단면화된 모형을 봅니다.
더 나은 단면 뷰를 얻으려면 빨 상자의 사본을 만들고 차집합 연산을 수행한 후 각 구성요소에 대해 작업을 반복합니다. 하나의 부울 연산으로 모든 구성요소에서 상자를 빼면 결과가 단일 솔리드로 결합되는데 이것은 일반적으로 적절한 결과가 아닙니다.
- 7 도면 72 *Florett-S.dwg*를 엽니다. 이 모형은 여러 구성요소에 대해 반복적 빼기를 수행한 결과입니다.



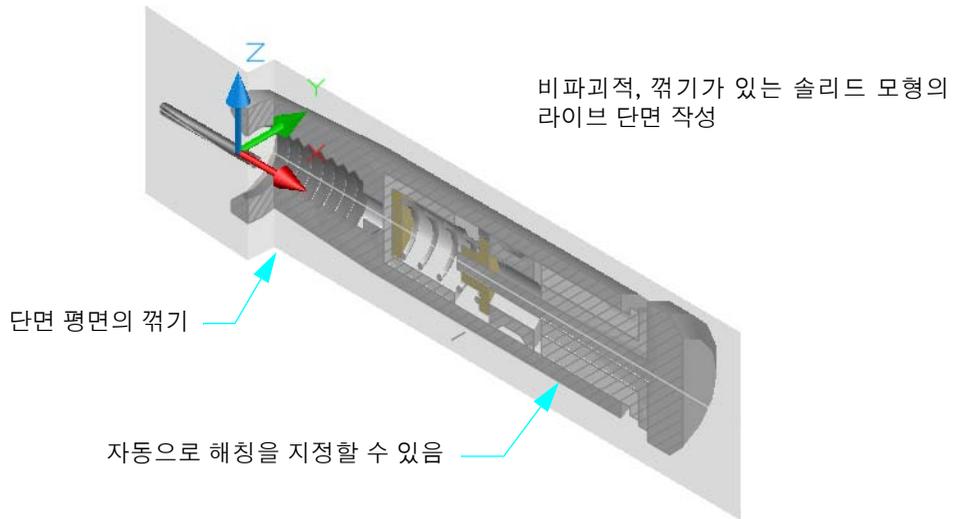
여러 번의 부울 빼기를 사용한 파괴적인 솔리드 모형의 단면 작성

84 7장 작업한 내용 활용

- 8 3D 쿼드를 사용하여 여러 각도에서 모형을 봅니다.
- 9 두 도면 파일을 닫습니다.

팁 파괴적 단면 작성 방식의 경우 간단하거나 복잡한 솔리드 웨이프를 빼기 체적으로 작성할 수 있습니다.

이와 반대로 모형을 변경하지 않고 쉽게 재배치될 수 있는 “라이브” 단면을 작성할 수 있습니다. 라이브 단면을 작성하려면 SECTIONPLANE 및 LIVESECTION 명령을 사용합니다. 그리기 옵션을 사용하여 일련의 단면 선을 지정할 수 있습니다.



사용자 안내서의 추가 학습

3D 모형에서 단면 및 2D 도면 작성
슬라이스에 의한 솔리드 작성

3D 뷰 평면화

일반적으로 솔리드 모형을 작성한 경우 배치상에 여러 표준 뷰를 정의합니다. 이 모형은 플롯하기 전에 지정된 뷰 스타일로 이러한 뷰를 별도의 추가 작업 없이 제공합니다.

하지만 모형을 수정하거나 해칭할 목적으로 이 모형의 정적 2D 투영이 필요한 경우가 발생할 수 있습니다.

정적 2D 투영을 작성하는 여러 명령 중에서 하나를 선택할 수 있습니다.

- **SOLPROF** 명령은 솔리드의 보이는 모서리에 대한 2D 투영을 뷰포트 특정 도면층상에 작성합니다. 이 도면층은 지정된 하나의 뷰포트에서만 볼 수 있습니다. 또 다른 뷰포트 특정 도면층에는 은선만 포함되며, 2D에도 포함됩니다. 모든 결과 모서리는 블록으로 결합됩니다. 숨겨진 모서리에는 대시선 종류가 지정될 수 있습니다.
- **FLATSHOT** 명령은 **SOLPROF** 명령과 비슷한 결과를 생성하지만, 결과가 현재 도면층 및 UCS의 XY 평면에 작성됩니다. 결과는 모든 뷰포트에서 볼 수 있습니다. 이것은 모든 관측점에서 신속한 2D 스냅샷을 작성할 수 있는 매우 편리한 도구입니다.
- **SECTION** 명령은 세 점으로 지정된 단면 평면에서 정의된 2D 영역을 현재 도면층상에 작성합니다.
- **SECTIONPLANE** 명령은 2D 해치 객체가 포함된 블록을 작성합니다. 단면 평면은 하나 이상의 선으로 정의됩니다. 단면 평면은 해당 선을 포함하며 UCS의 XY 평면에 수직입니다.

실습

- 1 도면 33 *Stool.dwg*를 엽니다.
- 2 명령행에 **ucs**를 입력하고 뷰 옵션을 지정합니다. **FLATSHOT**에 대한 투영 평면인 UCS XY 평면의 방향이 맞춰집니다.
- 3 **flatshot**을 입력하고 플랫폼 대화상자의 기본값을 승인합니다. **FLATSHOT**은 3D 작성 제어 패널의 오른쪽 아래 구석에 있는 대시보드에서도 사용할 수 있습니다.
- 4 블록을 찾으려면 XY 평면의 한 점을 클릭하고 **ENTER** 키를 눌러 모든 기본값을 승인합니다.
- 5 블록을 분해하고 일부 2D 객체(일반적으로 숨겨진 상태)를 삭제합니다.
- 6 도면 파일을 닫습니다.

66 *Bottle* 도면 또는 71 *Florett* 도면 등 다른 도면에서 평면화된 블록을 실험적으로 작성해 볼 수 있습니다.

사용자 안내서의 추가 학습

평면화된 뷰 작성

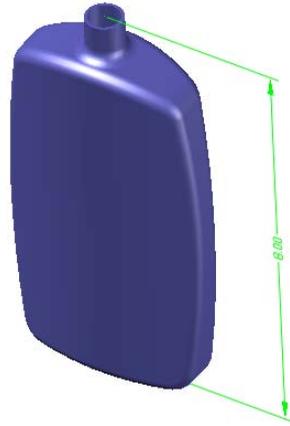
질량 특성 계산

MASSPROP 및 AREA 명령을 사용하여 솔리드에서 질량 및 면적 데이터를 구할 수 있습니다.

예를 들어, 3장에서 작업한 작은 병은 비중이 0.92(cgs 단위)인 폴리에틸렌으로 구성되었다고 가정합니다. 폴리에틸렌의 체적은 4.38 세제곱 센티미터입니다. (병의 높이는 약 8cm입니다.)

주 MASSPROP 명령은 사용된 재료의 비중 또는 측정 단위를 "모르기" 때문에 비중이 1.00이라고 가정하고 그에 따라 계산된 질량이 계산된 체적과 항상 동일합니다.

따라서 폴리에틸렌의 질량은 $4.38\text{cm}^3 \times 0.92 = 4.03\text{그램}$ 입니다.



실습

- 1 도면 66 Bottle.dwg를 엽니다.
- 2 **massprop**를 입력하고 병을 선택합니다.
- 3 질량 특성 보고서를 살펴봅니다. Esc 키를 누릅니다.
- 4 **area**를 입력하고 객체 옵션을 지정합니다.
- 5 병 내부와 외부의 표면 면적을 표시할 병을 선택합니다.
- 6 도면 파일을 닫습니다.

병의 외부 면적이나 내부 체적을 어떻게 구할 수 있습니까? 어느 경우든 솔리드, 즉 셀이 제거된 병 버전이 필요합니다. 이런 이유로 각 모형의 중간 단계를 저장하는 것이 좋습니다.

MASSPROP의 또 다른 유용한 용도는 캠과 같은 회전 부품의 질량 중심을 계산하는 것입니다.

사용자 안내서의 추가 학습

객체에서 기하학적 정보 추출

3D 모형 보행시선 또는 조감뷰

3D 보행시선 및 3D 조감뷰 기능을 사용하면 구조 및 기타 모형의 내부와 외부에 더 나은 3D '분위기'를 낼 수 있습니다.



사용자가 편리하도록 사용자 인터페이스의 여러 위치에서 3DWALK 및 3DFLY 명령에 접근할 수 있습니다.

- 대시보드에서 3D 검색 제어 패널을 찾습니다. 보행시선, 조감뷰, 보행시선 및 조감뷰 설정 버튼은 맨 위 행의 플라이아웃에서 사용할 수 있습니다.
- 3D 레도에서 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 바로 가기 메뉴를 표시합니다. 기타 검색 모드를 클릭하고 보행시선 또는 조감뷰를 클릭합니다.
- 3D 레도에서 보행시선을 수행하려면 6을 누르고, 조감뷰를 수행하려면 7을 누릅니다.
- 뷰 메뉴에서 보행시선 및 조감뷰를 클릭합니다. 그런 다음 보행시선 또는 조감뷰를 클릭합니다.
- 명령행에 **3dwalk** 또는 **3dfly**를 입력합니다.

실습

- 1 도면 *51 Campus.dwg*를 엽니다.
- 2 3DORBIT 명령을 사용하여 등각투영 뷰를 지정합니다. 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 바로 가기 메뉴를 표시합니다. 투시 모드를 켜고 명령을 종료합니다.
- 3 명령행에 **3dfly**를 입력합니다. F1 키를 누르면 사용 가능한 모든 명령 접근 옵션을 볼 수 있습니다.
- 4 화살표 키를 사용하여 캠퍼스를 플라이오버합니다. 마우스 버튼을 클릭하여 누른 상태로 방향을 조정합니다. 키보드 컨트롤은 여러 컴퓨터 게임의 컨트롤과 유사합니다. Esc 키를 눌러 종료합니다.
- 5 도면 파일을 닫습니다.

실습

- 1 #Sample 폴더에서 도면 *3DHouse.dwg*를 엽니다.
- 2 대시보드의 3D 검색 제어 패널에서 투시도 모드를 켭니다.
- 3 명령행에 **3dwalk**를 입력하고 주택을 살펴봅니다.
- 4 도면 파일을 닫습니다.

사용자 안내서의 추가 학습

도면에서 보행시선 및 조감뷰 수행

간섭 확인

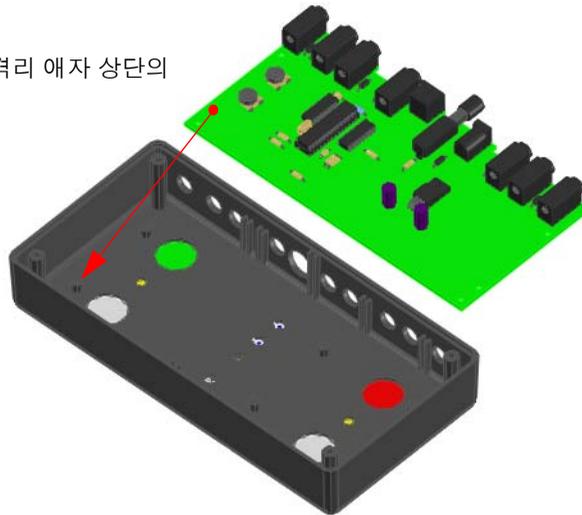
간섭이 심각한 문제가 되기 전에 간섭을 시각적으로 확인하거나 부울 INTERFERE 명령을 사용하여 확인할 수 있습니다. 다음은 실제 예제입니다.

- 73 *Eclipse.dwg*에서는 팬싱 경기에 사용되는 전자 채점 시스템의 LED와 레이블 사이에 간섭이 발견되어 이 문제를 해결하는 스페이서를 추가했습니다.
- 74 *Duct.dwg*에서는 이 학교 건물을 건설하는 중에 강철 구조물 받침대가 덕트를 간섭하게 됨을 발견했습니다.

실습

- 1 `##Help##buildyourworld` 폴더에서 도면 73 *Eclipse.dwg*를 엽니다.
- 2 중심 객체 스냅을 사용하여 그림과 같이 블록, 1PCBoard를 케이스에 삽입합니다. (회로판이 이미 도면에 블록 정의로 저장되었습니다.)

삽입점은 격리 애자 상단의
중심점임



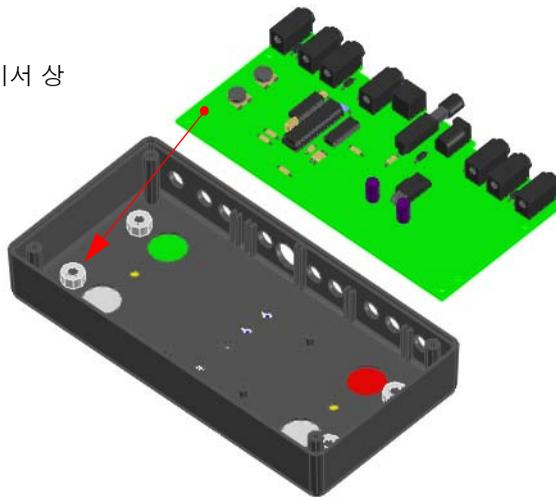
90 7장 작업한 내용 활용

- 3 3D 케도를 사용하여 득점기의 뷰를 회전합니다. LED 광원이 플라스틱 레이블 사이로 투과되는 것을 확인할 수 있습니다.



- 4 이전 등각투영 뷰를 복원합니다. (명령 취소, 줌/P 또는 3D 케도를 사용할 수 있습니다.)
- 5 회로판 블록을 삭제합니다.
- 6 도면층 37 SPACER를 겁니다. 4개의 스페이서는 회로판과 케이스 전면 간 거리를 적절한 양만큼 늘립니다.
- 7 중심 객체 스냅을 사용하여 그림과 같이 블록, 1PCBoard를 스페이서 위에 삽입합니다. 스페이서의 중심을 스냅할 수 있도록 줌 확대해야 합니다.

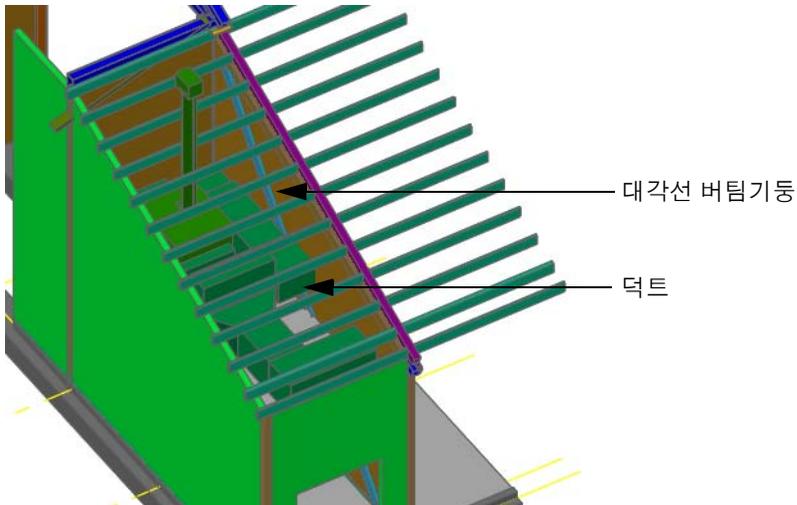
삽입점은 흰색 스페이서 상단의 중심점임



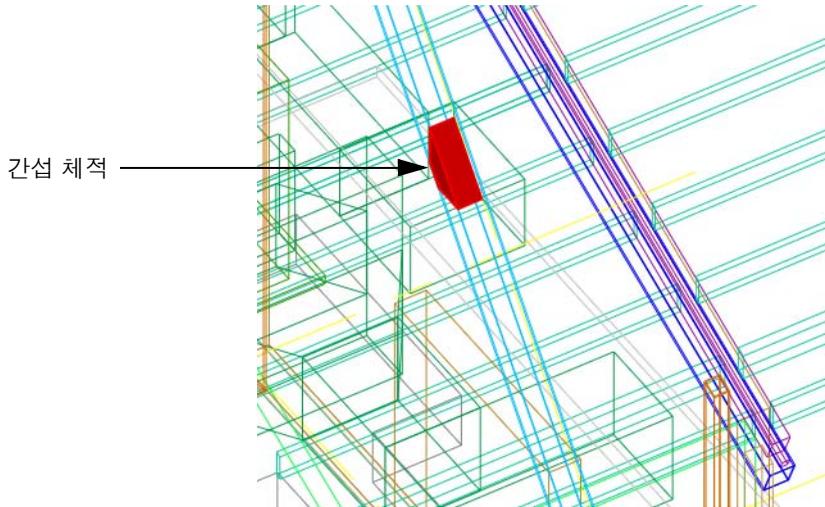
- 8 3D 웨도를 사용하여 전면 레이블이 표시될 때까지 득점기를 회전합니다. LED 광원은 더 이상 돌출되지 않습니다.
- 9 도면 파일을 닫습니다.

실습

- 1 #Help#buildyourworld#폴더에서 도면 74 Duct.dwg를 엽니다.
- 2 3D 웨도를 사용하여 실제 뷰 스타일을 지정합니다. 그런 다음 아래와 같이 뷰를 회전하고 3D 웨도를 종료합니다.
- 3 PICKSTYLE이 1로 설정되어 있는지 확인합니다.
- 4 명령행에 **interfere**를 입력합니다.
- 5 대각선 받침대를 선택하고 Enter 키를 누릅니다. 어두운 초록색 덕트를 선택하고 ENTER 키를 누릅니다.



- 6 간섭 확인 대화상자에서 간섭 삭제 확인란을 선택 취소합니다. 단기를 클릭합니다.



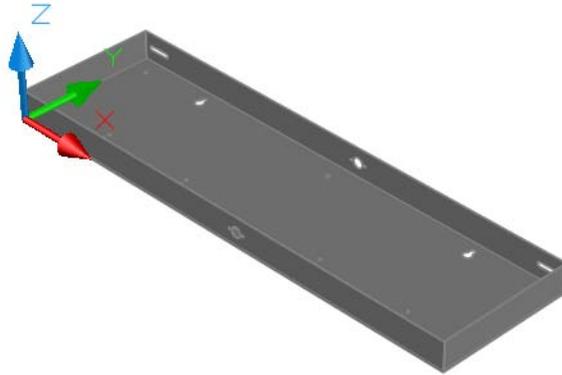
- 7 뷰 스타일을 3D 와이어프레임으로 변경합니다.
8 3D 궤도를 사용하여 일반적인 이 문제 영역을 봅니다.
9 도면 파일을 닫습니다.

사용자 안내서의 추가 학습

솔리드 모형 내의 간섭을 확인합니다.

제조용 파일 작성

제조를 위해 솔리드 모형의 정보를 추출할 수 있습니다. 다음 알루미늄 케이스는 AutoCAD에서 모델링되었습니다. 그런 다음, 용지 도면을 사용하지 않고 몇 주 내에 이 케이스의 원형을 제조했습니다.



AutoCAD 도면 파일에서 제조된 알루미늄 케이스

솔리드 모형부터 시작하여 엔지니어는 다음 단계를 수행했습니다.

- AutoCAD에서 ACISOUT 명령을 사용하여 솔리드 모형에서 파생된 케이스의 중요한 데이터로 SAT 파일을 작성했습니다. 전자 우편을 통해 제조 회사로 ACIS 파일을 보냈습니다.
- 제조업체에서는 필요한 힘 반지름이 추가된 금속 접기 소프트웨어로 ACIS 파일을 가져왔습니다.
- 소프트웨어에서는 평대형 레이저 절단기로 보내지는 NC(수치 제어) 파일을 작성했습니다. 레이저 절단기는 알루미늄 시트의 일부를 절단했습니다.
- 절단된 부분은 웨이프가 되도록 접고 파우더 코팅을 가했습니다.
- 엔지니어는 새 원형을 필요로 하는 일부 잠재적 문제가 있음을 인지했습니다.

실습

- 1 `\\Help\Wbuildyourworld\W` 폴더에서 도면 `75 Case.dwg`를 엽니다.
- 2 3D 뷰를 사용하여 여러 각도에서 케이스를 봅니다.
- 3 명령행에 `acisout`를 입력하고 ACIS 파일을 작성할 케이스를 선택합니다.
- 4 워드패드와 같은 텍스트 편집기에서 결과로 나타난 SAT 파일을 열고 살펴봅니다.
- 5 텍스트 및 도면 파일을 닫습니다.

사용자 안내서의 추가 학습

ACIS 파일 내보내기

3D 솔리드를 투명하게 만들기

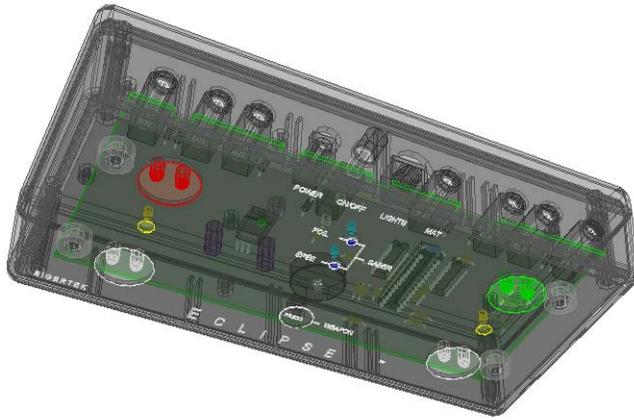
솔리드 모형의 불투명도를 줄이는 것은 프리젠테이션과 모델링에 모두 유용합니다. 재료 윈도우의 불투명도 컨트롤을 사용하여 3D 솔리드의 투명도를 조정할 수 있습니다. 재료가 모형의 각 3D 솔리드에 지정되면 각 3D 솔리드의 불투명도를 개별적으로 조정할 수 있습니다.

실습

- 1 #Help\#buildyourworld 폴더에서 도면 73 Eclipse.dwg를 열거나 #Sample 폴더에서 도면 3D House.dwg를 엽니다. Eclipse 도면을 선택한 경우에는 이전과 같이 37 SPACER 도면층을 켜고 블록 1PCBoard를 삽입합니다.
- 2 명령행에 **materials**를 입력하거나 대시보드의 재료 컨트롤 패널에서 재료 윈도우 표시 버튼을 클릭합니다.
- 3 재료 윈도우의 상단에서 하나 이상의 재료가 견본에 표시됩니다. 3D House.dwg를 열었다면 현재 재료가 지붕으로 설정되었는지 확인합니다. 사용 중인 지붕 툴팁을 표시하는 흐린 청색의 견본을 클릭합니다.
- 4 재료 윈도우에서 불투명도 슬라이더의 값을 24로 조절합니다. 3D House.dwg 도면을 사용하는 경우에는 내부 텍스처 및 외부 텍스처와 같은 기타 재료를 클릭합니다. 재료 윈도우에서 각각에 대해 불투명도 슬라이더를 조절합니다.

주 최상의 결과를 얻기 위해 하드웨어 가속이 켜져 있는지 확인합니다. 설정에 접근하려면 명령행에서 **3dconfig**를 입력합니다. 가변 성능 낮춤 및 성능 조정 대화상자에서 수동 조정을 클릭합니다. 수동 성능 조정 대화상자에서 하드웨어 가속 사용을 클릭합니다.
- 5 3D 케도를 사용하여 현재 뷰 스타일이 실제로 설정되었는지 확인하고 모형을 회전합니다. 명령행에 **-shademode**를 입력하고 Gouraud를 지정해 봅니다.

주 모든 재료의 불투명도를 설정할 수 있도록 대시보드에서 보다 빠른 방법을 사용할 수 있습니다. 뷰 스타일 제어 패널에서 X 레이 모드 버튼을 클릭하기만 하면 됩니다.
- 6 파일을 닫습니다.



불투명도가 감소된 73 Eclipse.dwg



불투명도가 감소된 3D House.dwg

사용자 안내서의 추가 학습

면 음영처리 및 색상입히기

재료 작성 및 수정

프리젠테이션용 실제 이미지 작성

강력한 세트의 조명, 카메라, 재료 및 텍스처 맵을 사용하여 3D 솔리드 모형 내에 가상 스튜디오를 설치할 수 있습니다. 신속한 렌더링을 위해 RENDER 명령을 사용합니다. 사전 설정 값은 적절한 결과를 생성할 것입니다.

실습

- 1 AutoCAD #Sample 폴더에서 도면 3D House.dwg를 엽니다.
- 2 A-Roof 도면층을 끄고, 그림과 같이 필요한 뷰를 지정합니다.
- 3 명령행에 **render**를 입력하거나 대시보드의 렌더 컨트롤 패널에서 렌더 버튼을 클릭합니다. 계속을 클릭하여 누락된 텍스처 맵을 무시합니다.
모형이 렌더 윈도우에 렌더링됩니다. 렌더 윈도우에서 파일과 저장을 차례로 클릭하여 결과 이미지를 여러 형식으로 저장할 수 있습니다.
- 4 파일을 닫습니다.



사용자 안내서의 추가 학습

실제 이미지 및 그래픽 작성

결론

솔리드 모델링은 흥미로운 작업으로, 인상적이고 유용한 이미지와 데이터를 생성합니다. 솔리드 모델링을 연습하고 실험하면서 자신이 원하는 기술을 개발할 수 있습니다. 그렇지만 다음과 같은 사항에 중점을 둔다면 더욱 성공적이고 효율적인 작업이 가능합니다.

- 시작하기 전에 작업을 계획합니다. 논리적인 도면층 세트를 작성합니다.
- 모형의 정확성을 보장하기 위해서는 솔리드를 구성할 때 정확하고 확실한 기하학적 논리를 사용합니다.
- 영구적 모델링 오류가 발생하지 않게 하려면 항상 모든 단계에서 작업을 확인합니다. 여러 각도에서 모형을 관측하고 ID 명령을 사용하여 끝점의 좌표를 확인하고 DIST 명령을 사용하여 길이 및 거리를 확인합니다.
- 중심선과 윤곽과 같은 참조 형상을 유지합니다. 해당 참조 형상을 고유의 도면층에 별도로 유지합니다.
- 쉽게 돌아가서 데이터를 검색할 수 있도록 중간 단계에서 모형을 다른 파일 이름으로 저장합니다.
- 솔리드 모형에서 적당한 정도의 상세 수준을 사용하여 목표를 달성하도록 합니다.
- 실험해 보면서 즐거움을 맛보십시오.

