

# Steeluniversity KOREA Challenge 경연대회 관련 Continuous Casting 분야 On-line Simulation 안내서

## 1. Internet Web Site (<http://www.steeluniversity.org>) 접속

☞ 첫 화면에서 아래의 “연속 주조”를 클릭합니다.

steeluniversity.org | steeluniversity.org | steeluniversity.org 홈페이지 - Windows Internet Explorer

http://steeluniversity.org/content/html/kor/default.asp?catid=18&pageid=1016899460

즐거찾기 | POSPIA Enterprise Portal | 무료 Hotmail | 연결 사용자 정의

steeluniversity.org | steeluniversity.org | steeluni...

**What is steeluniversity.org?**

Steeluniversity.org는 학생들과 철강 산업 관련 근무자들을 위해 무료이면서도 실적에 따라 보상이 따르는 철강기술에 관한 인터넷 학습 자료입니다. 이 학습자료는 고도로 상호 연계된 모듈로써:

- 강의 가공
- 강의 응용
- 지속가능성
- 철강공학

기초적인 과학적, 공학적 원리가 제공됩니다.

**사이트에 추가된 새로운 기능**

**로그인** 사용자가 그들의 성적을 지난 6개월 동안 최고의 결과들과 비교하도록 사이트에 상위권 참여자들의 성적표가 추가되었다. 선택된 탐색 변수를 바탕으로 상위 10개의 결과가 표시된다. 이 기능은 최고 성적을 위한 지속적인 독려를 주기 위함이다!

**시뮬레이션의 신속한 연결**

steeluniversity의 유일한 특징은 그 안에서 다양한 공정과 시험을 제어할 수 있는 가상 제철소이다.

이러한 시뮬레이션들 중에 하나로 예시된 전기로에 대한 요약본을 보세요. 그 다음 여러분 자신이 제강엔지니어가 되어보세요.

현재 다음과 같은 시뮬레이션들이 사용 가능합니다.

- 가상 제철소
- 철의 수명 게임
- 냉간압연공장 견학
- 순산소 제강
- 전기로
- 2차 정련
- 연속 주조
- 후연 압연
- 단면 압연 (I-빔)
- 인장시험
- 경도 시험

☞ “시뮬레이션 들어가기”를 클릭합니다.

steeluniversity.org | 연속 주조 | 연속 주조 시뮬레이션 - Windows Internet Explorer

http://steeluniversity.org/content/html/kor/default.asp?catid=27&pageid=2081272054

즐거찾기 | POSPIA Enterprise Portal | 무료 Hotmail | 연결 사용자 정의

steeluniversity.org | 연속 주조 | 연속 주조 시뮬...

홈 검색  가기 Korean ▼ 내 정보

worldsteel ASSOCIATION

steeluniversity.org

소개	<b>e-Learning</b>	도전	공지	학습	목록
----	-------------------	----	----	----	----

**연속 주조**

1. 연속 주조: 소개
2. 온도 조절
3. 월드 진동 설정
4. 월드에서의 열량 흐름
5. 2차 냉각대에서의 열량 흐름
6. 연속주조시 임계 변형
7. 부풀림 변형
8. 굽힘과 교정 변형
9. 조정 불량 변형
10. Strand에서의 결합변형
11. 열간 Tearing을 통한 내 부균열 형성
12. 가로 균열
13. 미소편석
14. **연속 주조 시뮬레이션**

**온라인 학습 > 강의 가공 > 연속 주조**

**연속 주조 시뮬레이션** << 이전 | 다음 >>

본 시뮬레이션에서 여러분은 연속주조 공정을 담당하는 공장의 야금 기술자의 역할을 수행하게 됩니다. 본 시뮬레이션의 목적은 세가지 래들로부터 요구되는 조건, 즉 **표면 품질, 내부 품질** 그리고 **개재물 농도**를 만족시키는 주조 프로세스를 수행하는 것입니다. 여러분은 또한 전체 프로세스 비용을 최소화하여야 합니다.

주조 조업을 수행하기 전에, 여러분은 아래와 같은 몇 가지 주요 인자를 선정하여야 합니다.

- 강의 종류
- 주조 속도
- 2차 냉각
- 주형 진동

이상의 인자들이 결정되면, 여러분은 2차정련 공장으로부터 3개의 래들을 넘겨 받게 됩니다. 이 단계에서 용강의 온도, 종료 시간을 결정해야 합니다. 시뮬레이션이 시작되면, 여러분은 래들, 턴디쉬, 주형 사이의 용강의 흐름을 제어할 수 있습니다. 주편이 생산되면, 여러분은 일정한 길이로 절단을 할 수 있습니다. 시뮬레이션을 수행하면서 주형에서 용강이 없어지지 않도록 주의하시기 바랍니다.

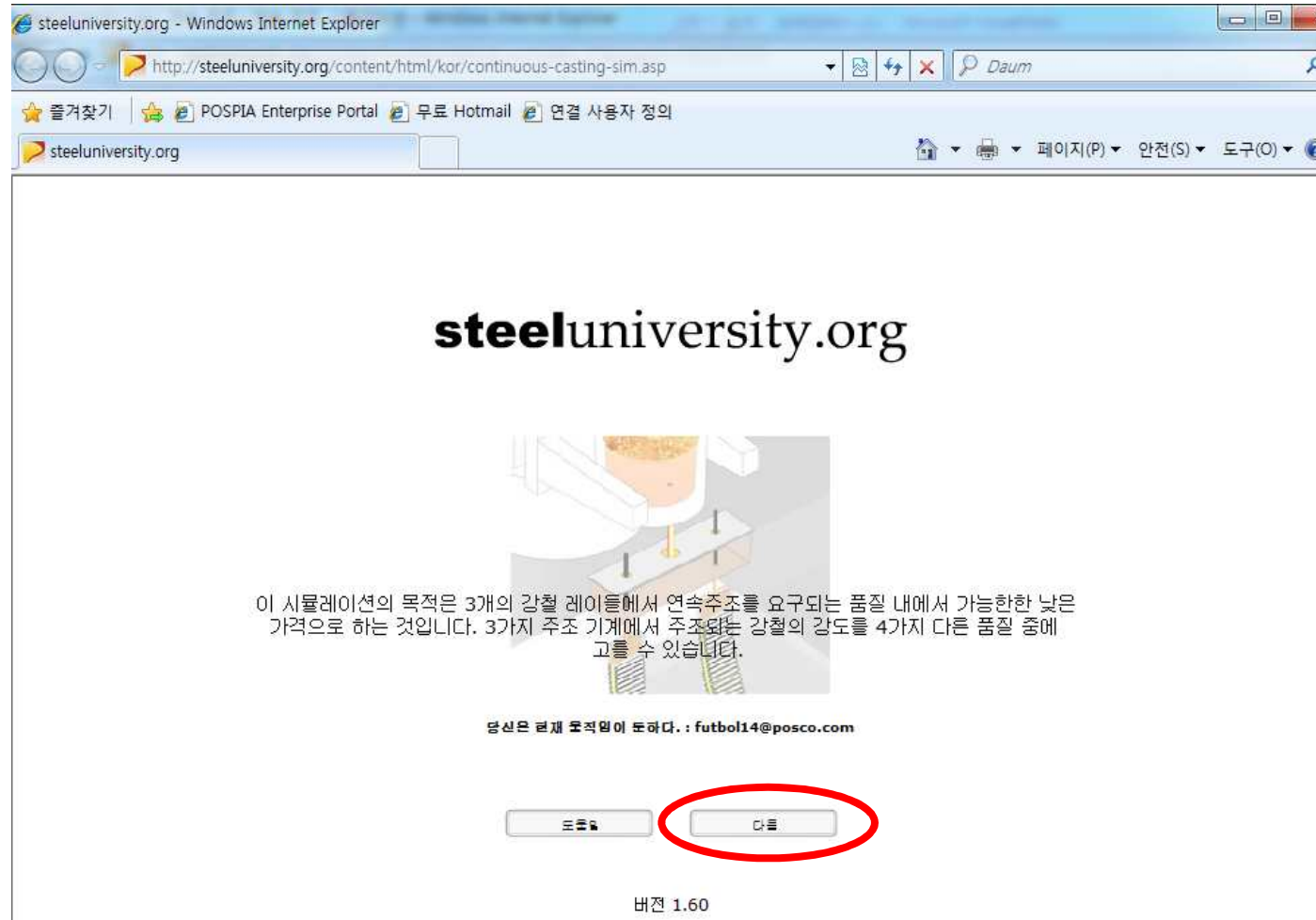
Click here to open simulation in a new window  
(You will need Flash 7 Player installed)

▶ Click here for detailed user guide (PDF) [EN]  
▶ Click here to download Adobe® Acrobat® Reader

## 2. Simulation 실시 순서 및 내용

Step 1. Simulation 초화면을 확인한후 “다음”을 클릭합니다.

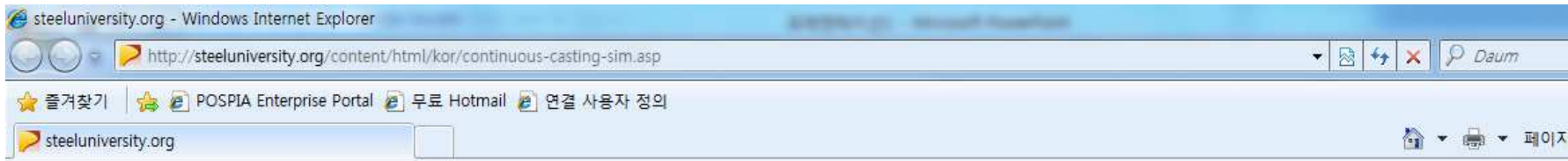
- 목적 : 본 Simulation은 Ladle 3개를 이용하여 각 강종별 요구되는 품질내에서 가능한 낮은 가격으로 연속주조를 하는 것이다. 결과는 연속주조시간 및 품질 등의 인자를 고려하여 측정되며, 4개의 강종과 2개의 User level중 선택할 수 있다.



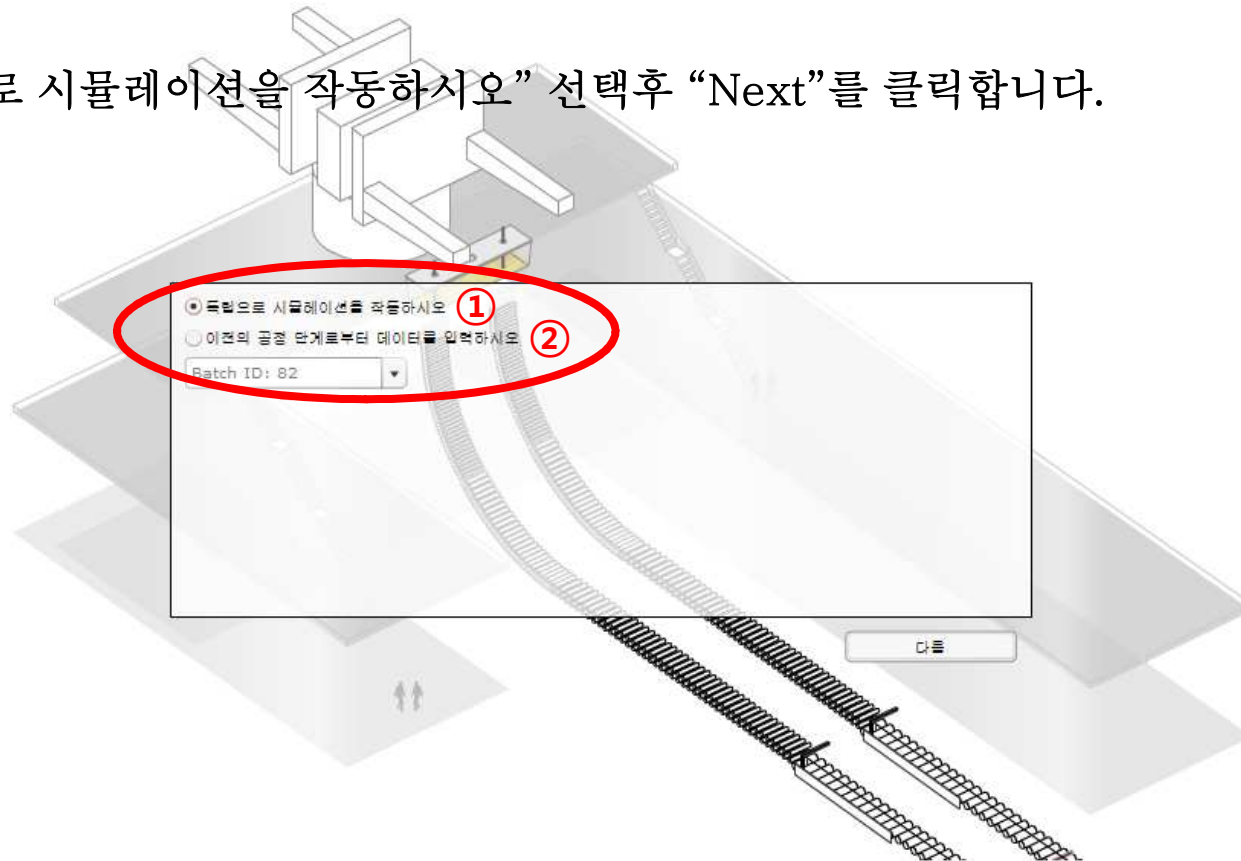
## Step 2. 시뮬레이션 방법 선택후 “다음”을 클릭합니다.

☞ 2가지 중 “①독립으로 시뮬레이션을 작동하시오”를 선택합니다.

- ①번은 연속주조 시뮬레이션만 단독적으로 수행할 경우 사용되고,  
②번은 성공한 정련 공정 결과가 있을 경우, 그 결과를 연결하여 시뮬레이션할 때 사용된다.



## Step 2. “①독립으로 시뮬레이션을 작동하시오” 선택후 “Next”를 클릭합니다.

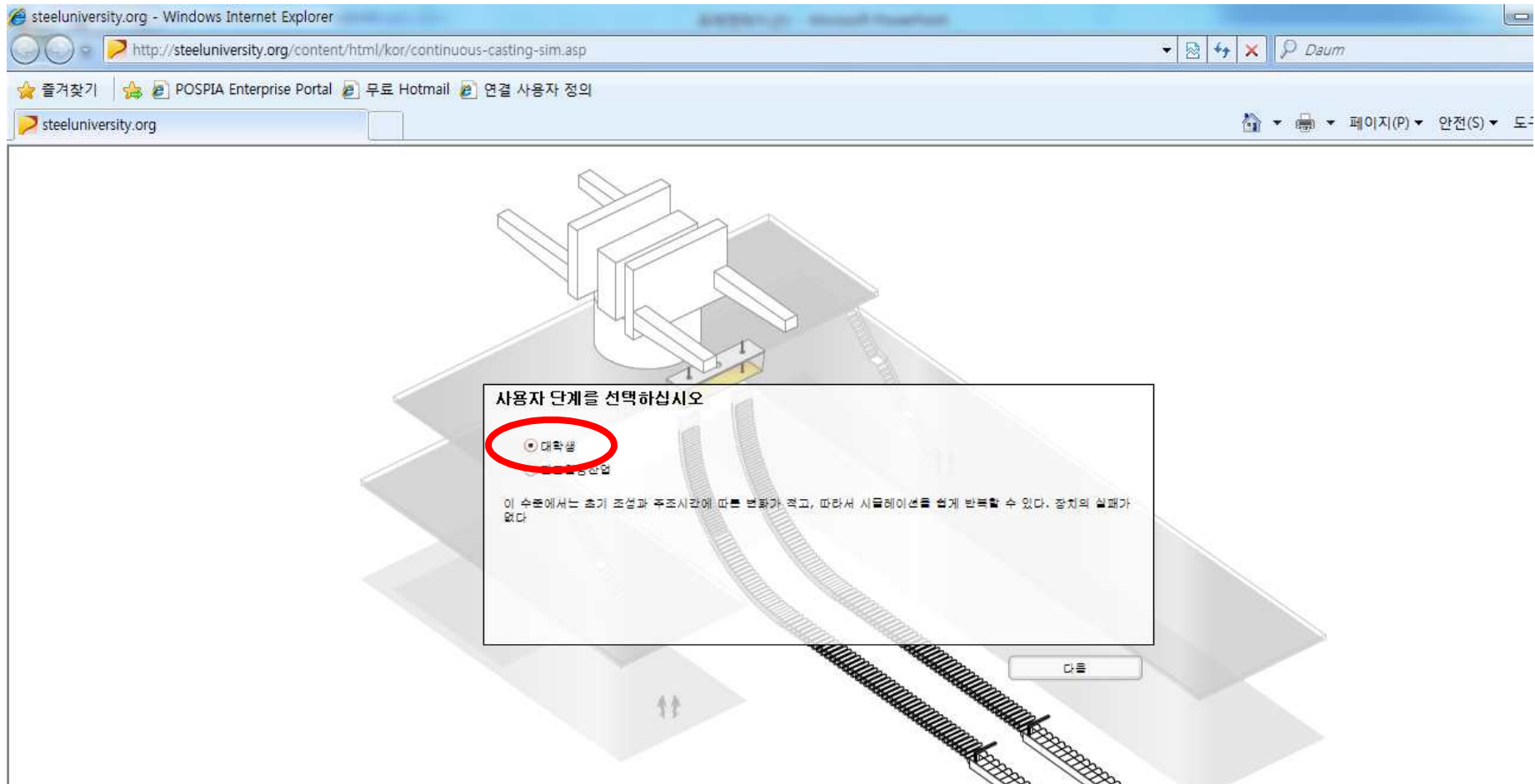




### Step 3. Simulation 사용자 단계를 선택후 “다음”을 클릭합니다.

☞ 2가지 User Level 중 “대학생”을 선택합니다.

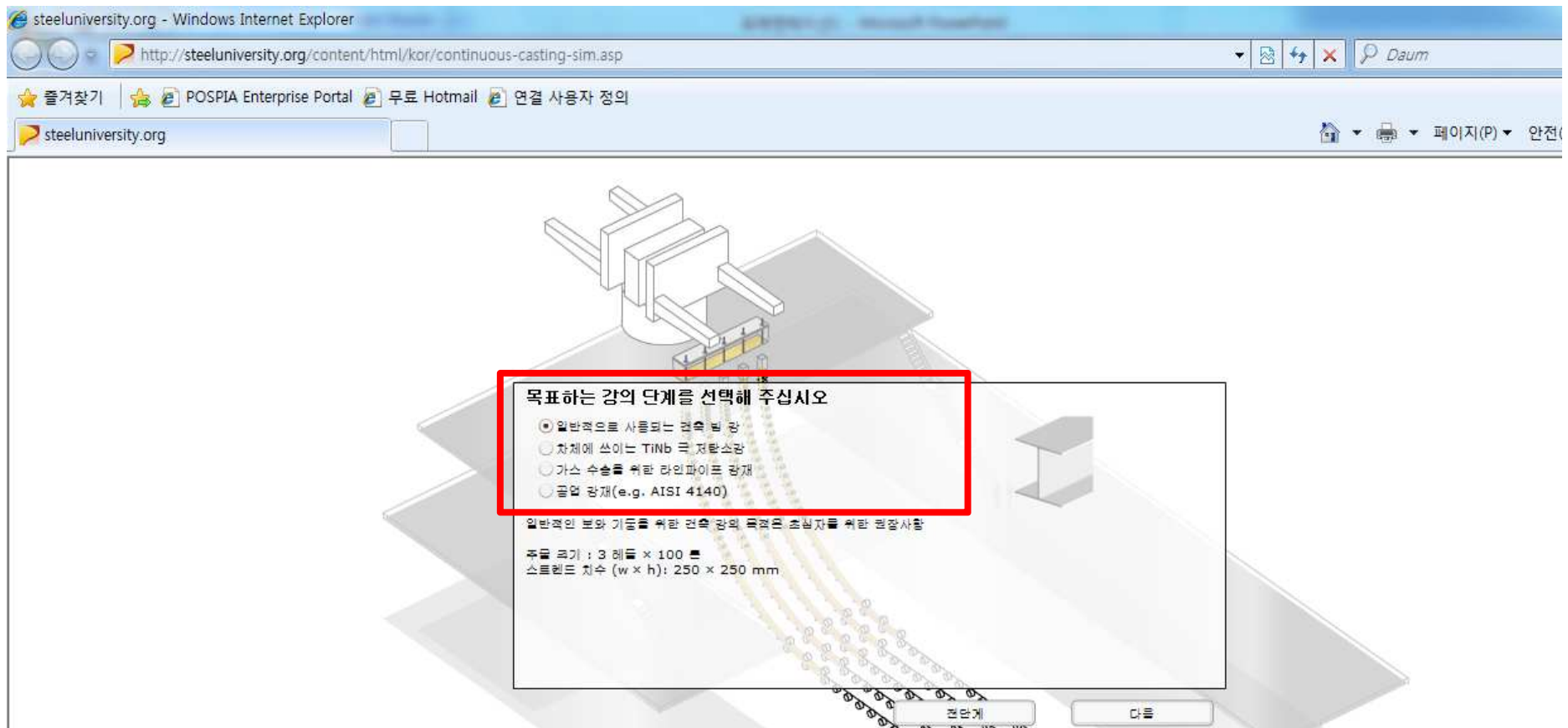
- 대학생 : 이 Level에서는 Ladle 상태 및 후속 Ladle 도착시간 등의 변화가 없고, 주조 중 일어날 수 있는 조업 Trouble이 발생하지 않아 시뮬레이션을 쉽게 할 수 있다.
- 전문철강산업: 이 Level에서는 Ladle 상태 및 후속 Ladle 도착시간의 변화가 발생한다.  
또한, 주조 중 일어나는 조업 Trouble에 대응하여 시뮬레이션을 수행해야 한다.



Step 4. 4개 목표 강종중 하나를 선택한 후 “다음”을 클릭합니다.

👁 4개 목표 강종중 하나를 선택합니다.

- 일반적으로 사용되는 건축빔강 : 초보자에게 적합하다. (3Ladle×100톤, 주편 Size 250×250mm)
- 차체에 쓰이는 TINb 극저 탄소강 (3Ladle×250톤, 주편 Size 230×1,200mm)
- 가스 수송을 위한 라인파이프강재: 높은 강도와 파괴인성을 확보하기 위해 불순물(S,P,H,O,N)과 개재물의 극저관리가 요구되는 어려운 강종이다. (3Ladle×250톤, 주편 Size 230×1,200mm)
- 공업강재(e.g.AISI4140): 상당량의 Cr,Mo첨가와 낮은 수소량 관리가 필요한 강종이다. (3Ladle×250톤, 주편 Size 130×130mm)



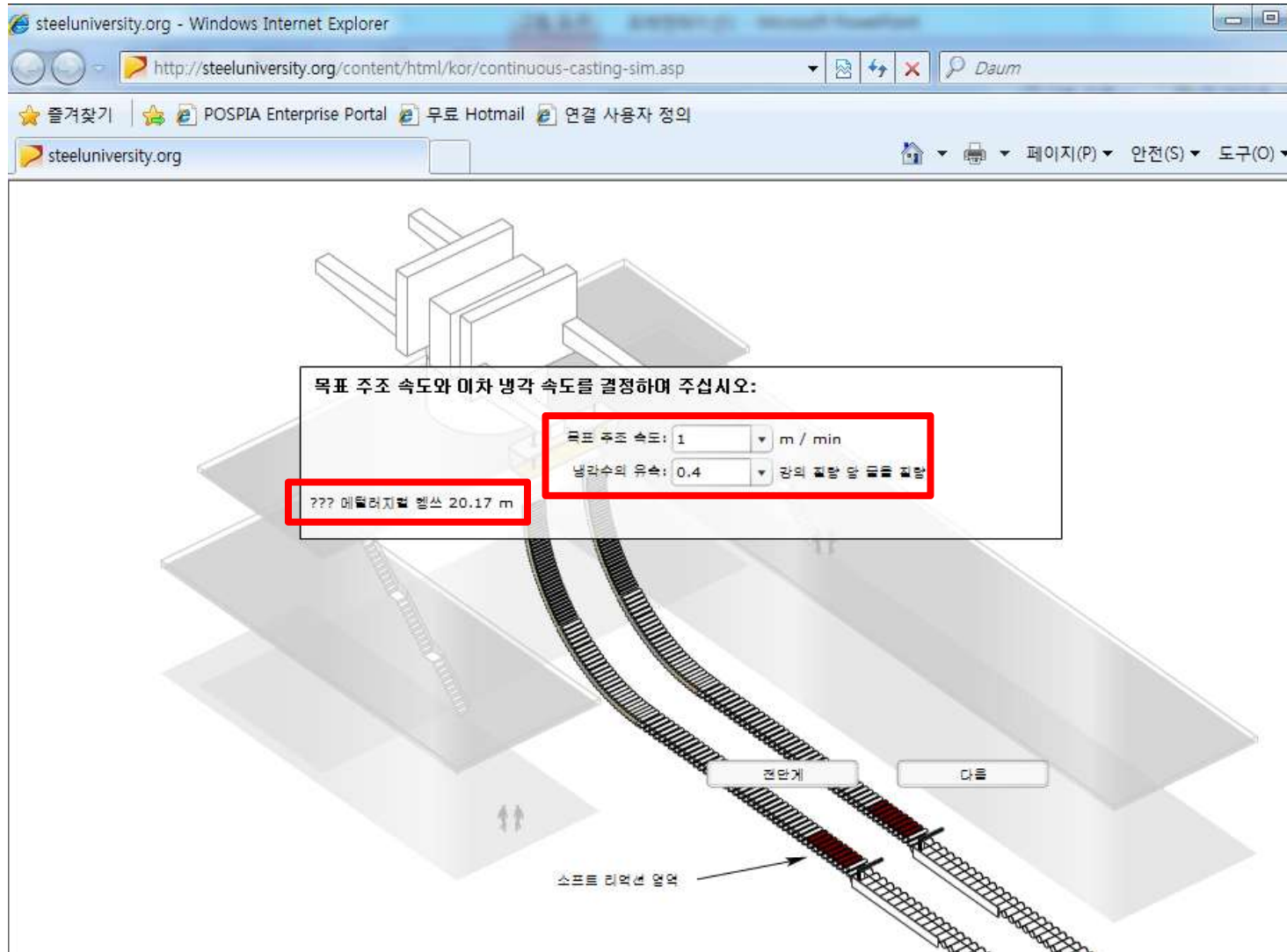
Step 5. 목표 주조 속도와 2차 냉각 속도를 선택한 후 “다음”을 클릭합니다.

- 목표 주조 속도 : 강종에 따라 선택 범위가 다양함.

주조속도가 빠를 수록 생산성이 높아져 생산단가를 낮출수 있음.

그러나, 품질에는 악영향을 끼칠 수 있으므로 적절한 주속 선택이 필요함.

- 냉각수의 유속 : 각 강종 및 주속별 Metallurgical Length를 고려한 냉각수량 설정이 필요함.



Step 6. 몰드 파우더 및 주형의 진동 조건을 설정한 후 “다음”을 클릭합니다.

- 몰드파우더 소비 0.3kg/m 이상, negative strip time 0.10s, 진동 마크 깊이 0.60mm 이하(Ultra-Low Carbon은 0.25mm 이하), 몰드 가속 1.0m/s<sup>2</sup> 미만이 될 수 있도록 스트로크, 주파수 및 몰드 파우더를 선택한다.

※ 이 조건들이 적정하게 설정되지 않을 경우, 주조속도 상승과 동시에 Break Out이 발생하여 시뮬레이션이 끝나게 됨

steeluniversity.org - Windows Internet Explorer

http://steeluniversity.org/content/html/kor/continuous-casting-sim.asp

Powder	Viscosity / Pa s	Break temperature / °C	Cost / \$ per kg	Purpose
A	0.12	1170	0.40	Used for crack sensitive grades
B	0.21	1190	0.35	
C	0.19	1130	0.45	Used for sticker sensitive grades
D	0.10	1050	0.50	
E	0.03	1050	0.55	Used for high speed casting

목표 주조 속도와 미차 냉각 속도를 결정하여 주십시오:

목표 주조 속도: 2 m / min

냉각수의 유속: 0.8

??? 메달러지컬 형상 37.97 m

몰드 파우더를 포함하여 주형의 진동을 설정을 결정하여 주십시오:

스트로크, S: 7 mm

주파수, f: 140 min<sup>-1</sup>

몰드 파우더: D

몰드 가속도, a: 0.1 Pas

negative strip time: 0.12 s

몰드파우더 소비: 0.32 kg m<sup>-2</sup>

진동 마크 깊이: 0.29 mm

몰드 가속: 0.75 m s<sup>-2</sup>

시뮬레이션 속도 1~32 선택 가능

전단계 다음

스프링 리프팅 장치



## Step 7. 소프트 리덕션의 수준을 결정한 후 “다음”을 클릭합니다.

- 연속주조를 통해 만들어진 주편에 중심편석 결함이 있을 경우, 이 장치를 이용하게 되면 중심편석을 제거할 수 있다.
- 시뮬레이션에서는 Slab 강종에만 적용가능하며, 경압하 구간은 Linepipe는 27~31m Ultra-low Carbon은 21~24m에 위치에 있다.
- ※ 경압하 적용을 위해서는 Metallurgical Length가 경압하 구간과 맞게끔 주속 및 2차 냉각 조건 설정하는 것이 필요하다. (소프트 리덕션의 수준은 낮음, 중간, 높음 3가지가 있음)

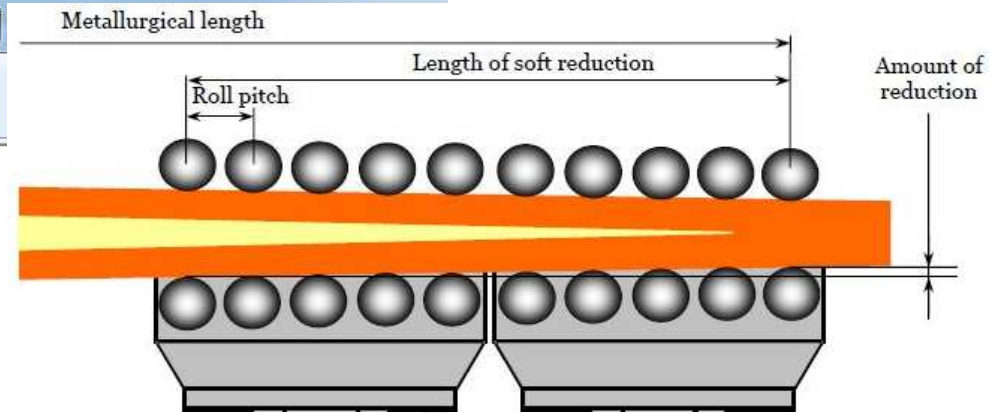
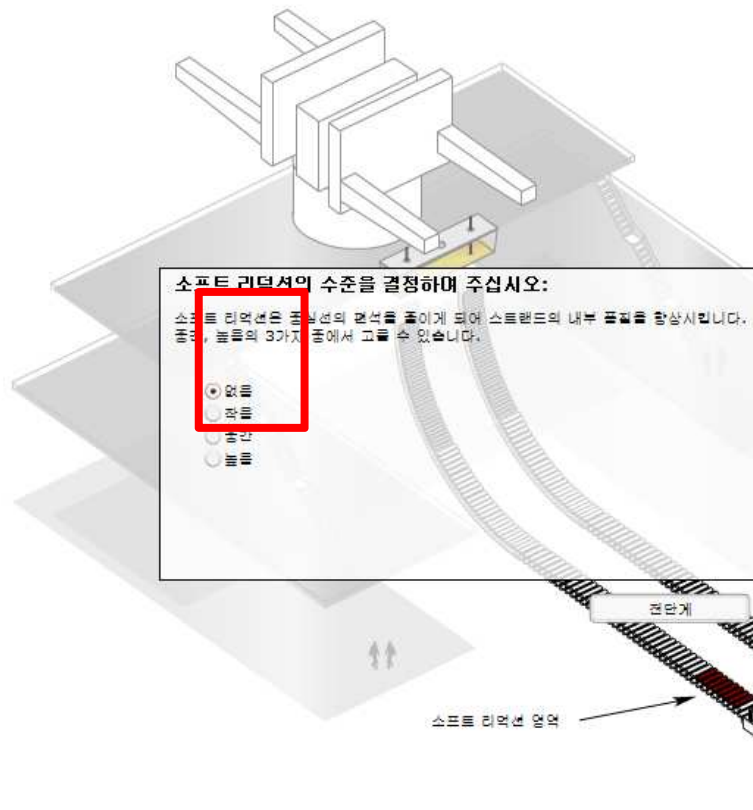
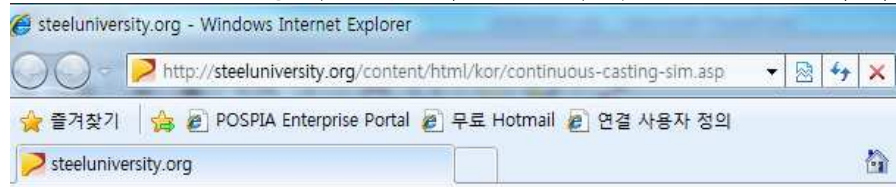


Table 6-3 Metallurgical lengths for ultra-low carbon steel cast in the slab caster, 1200 × 230 mm.

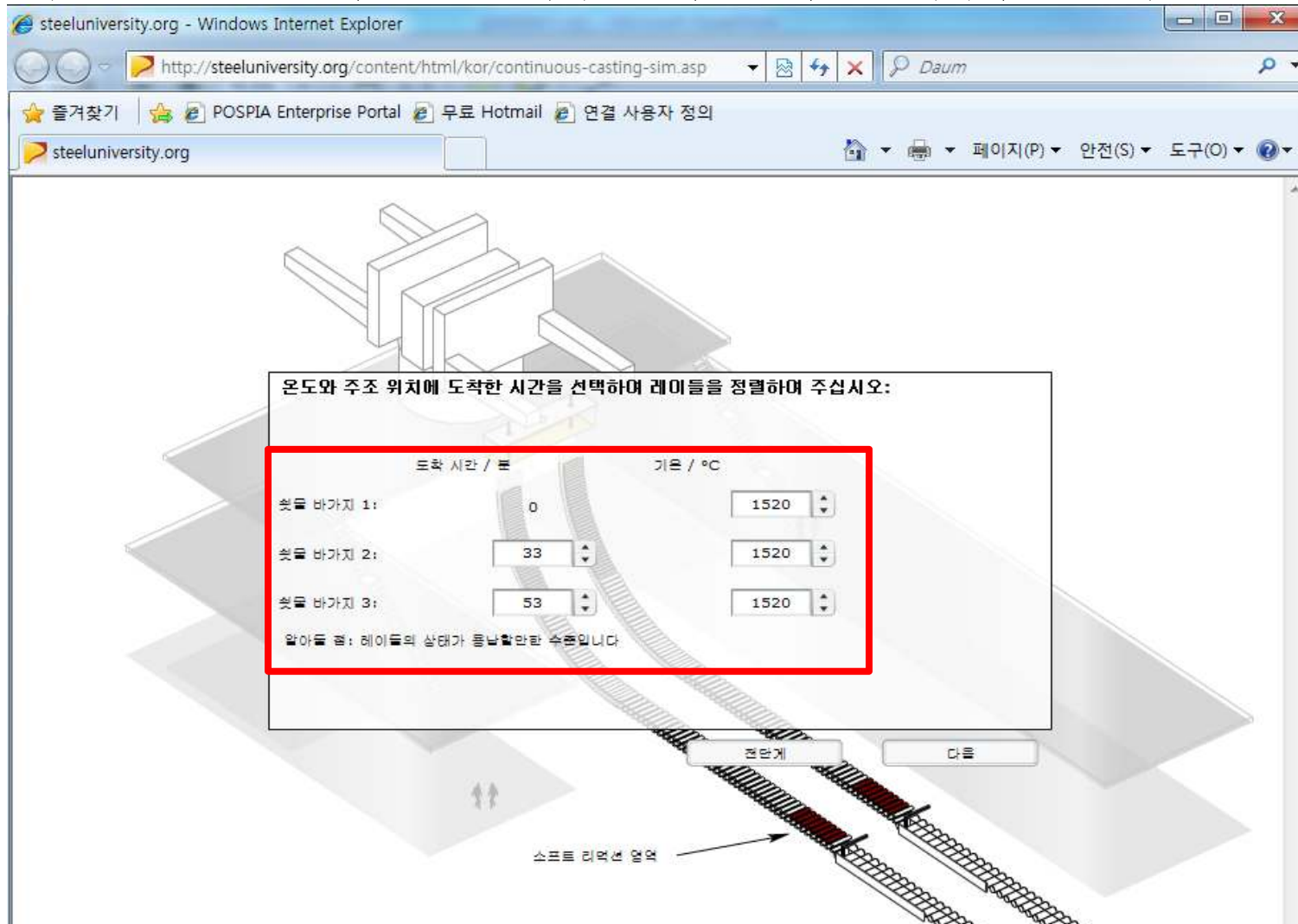
Cooling Rate / kg water per kg steel	Casting Speed / m min <sup>-1</sup>					
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.4	19.03	23.06	27.23	31.55	36.06	40.73
0.5	18.30	22.16	26.16	30.30	34.62	39.10
0.6	17.67	21.38	25.23	29.22	33.36	37.70
0.7	17.11	20.70	24.43	28.30	32.28	36.47
0.8	16.63	20.10	23.70	27.46	31.35	35.40

Table 6-4 Metallurgical lengths for linepipe steel cast in the slab caster, 1200 × 230 mm.

Cooling Rate / kg water per kg steel	Casting Speed / m min <sup>-1</sup>					
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.4	20.17	24.50	28.98	33.65	38.55	43.56
0.5	19.40	23.56	27.86	32.35	37.02	41.87
0.6	18.75	22.74	26.88	31.20	35.70	40.37
0.7	18.17	22.02	26.04	30.21	34.56	39.10
0.8	17.65	21.40	25.30	29.33	33.57	37.97

Step 8. Ladle 온도와 주조 위치 도착 시간을 결정한 후 “다음”을 클릭합니다.

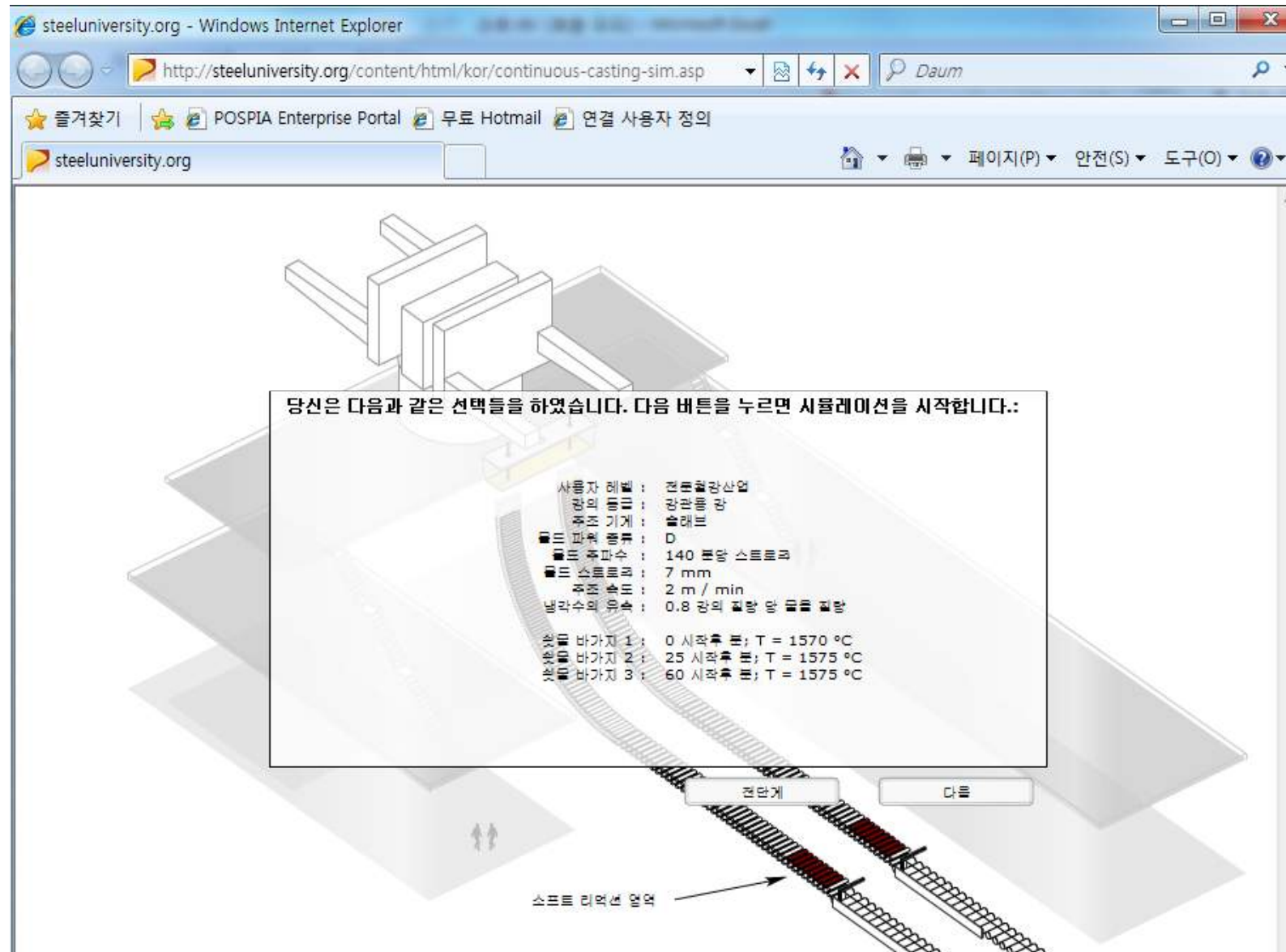
- 3개 Ladle을 원활히 주조 완료하기 위해서는 주조중인 Ladle의 용강이 주입 완료되기 전에 후속 Ladle이 주조 대기 위치에 도착해 있어야 한다.
  - ※ 주조속도 및 주편의 Size를 고려하여 Ladle당 주조시간을 계산한 후 도착시간을 설정해야 함
- 주조가 진행됨에 따라 Ladle안에 있는 용강의 온도는 분당 약  $0.5^{\circ}\text{C}$  떨어지게 되어 있음.  
그러므로 주조 중 용강이 고상으로 되지 않도록 주조시간 및 대기시간을 고려한 온도 설정 필요



Step 9. 선택된 모든 조건을 확인한 후 “다음”을 클릭합니다.

- 모든 주조 조건을 확인한 후 시뮬레이션을 진행한다.

만약, 수정해야 할 사항이 있으면 전 단계를 선택하여 앞의 단계를 반복한다.





## Step 10. 연속주조 시뮬레이션을 실행한다.

1) Ladle Flow Rate를 선택하여, Tundish를 채우기 시작한다.

- 건축빔강, 공업강재 : 0~5,000, TINB/라인파이프 0~10,000 범위에서 조절 가능
- Ladle Flow Rate에 따라 Ladle 종료 시점 시간이 확인이 가능함

steeluniversity.org - Windows Internet Explorer

http://steeluniversity.org/content/html/kor/continuous-casting-sim.asp

steeluniversity.org

**Ladle 종료시점 및 유속 확인**

모사 속도: 1

시뮬레이션 속도: 1~32 선택 가능

레이드 플로우 레이트:  $Q_l / \text{kg min}^{-1}$   
10000

레이드 도착 / 분: 25

후속 Ladle 도착까지 남은 시간: 000004

턴디쉬 플로우 레이트:  $Q_t / \text{kg min}^{-1}$   
0

주조 속도:  $v_c / \text{m min}^{-1}$   
0

Soft reduction: 개입

**스트랜드 정보**

속적된 길이: 0 m
원재 길이: 0 m
최종 생산물의 길이: 0 m
커터 후면 길이: 0 m
??? 메몰러지할 형상: 0 m

**기타 정보**

**첫물 바가지**

비기 시작할 시간: 24
아웃렛 퍼센티지: 94 %
유속: 10000 kg/min
강철의 수준: 86 %

**턴디쉬**

비기 시작할 시간: 0
아웃렛 퍼센티지: 0 %
출 유속: 0 kg/min
배출구 앞 유속: 0 kg/min
강철의 수준: 4 %

SENs를 교환합니다

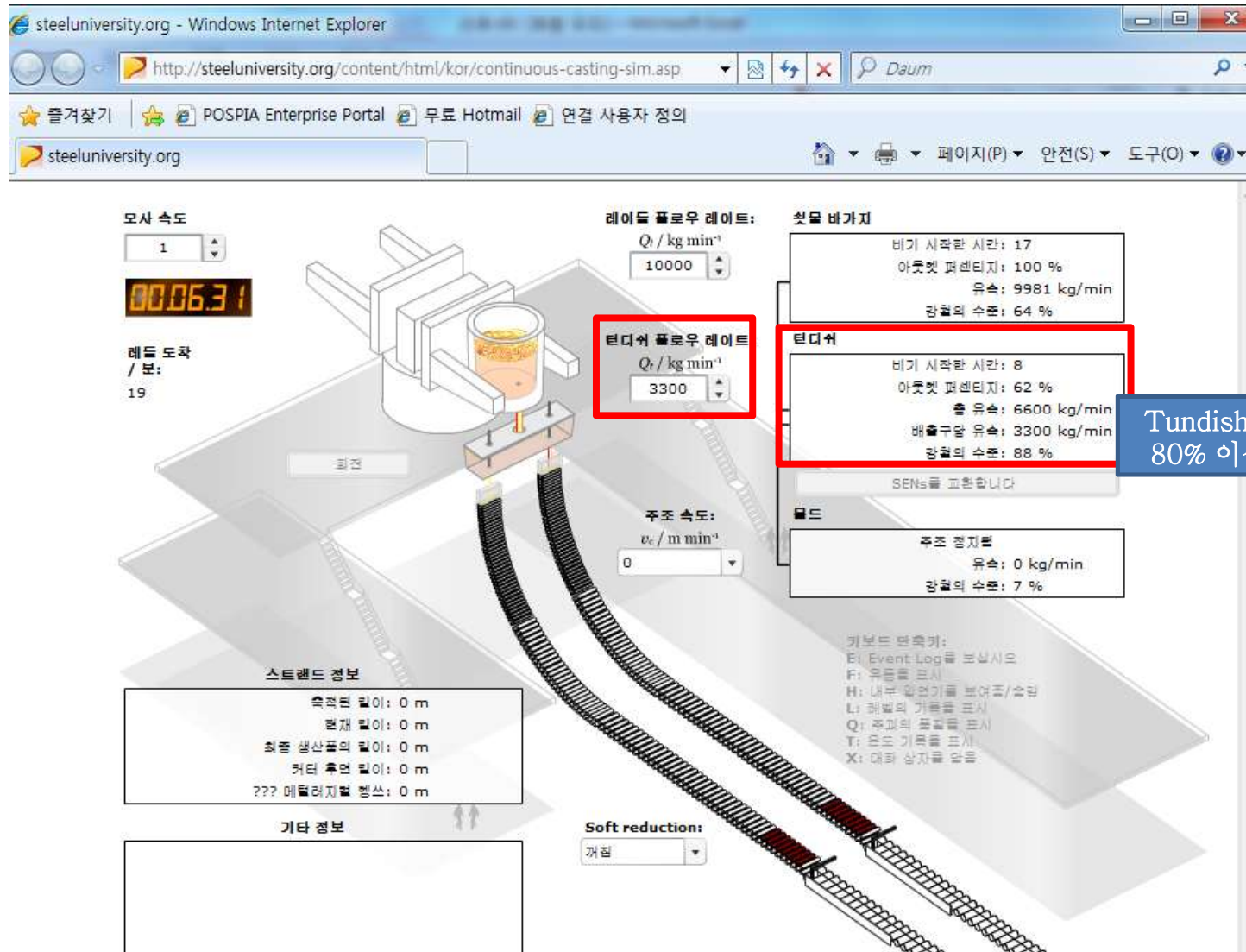
**몰드**

몰드를 비우세요
유속: 0 kg/min
강철의 수준: 0 %

키보드 단축키:  
E: Event Log를 보십시오.  
F: 유출을 표시  
H: 내부 입연기를 보여줄/숨김  
L: 레벨의 가늠자를 표시  
Q: 주조의 끝갈을 표시  
T: 온도 기록을 표시  
X: 대와 설정을 읽음



- 2) Tundish Flow Rate를 선택하여, Mold로 용강을 공급한다.
- Tundish가 충분히 채워지면 Tundish Flow Rate를 선택하여 Mold로 용강을 공급한다.  
주조속도에 맞춰 Flow Rate를 설정함



- 3) 주조속도를 설정한다.  
 - Mold가 80% 이상 채워지면 주조속도를 설정한다.

steeluniversity.org - Windows Internet Explorer

http://steeluniversity.org/content/html/kor/continuous-casting-sim.asp

즐거찾기 | POSPIA Enterprise Portal | 무료 Hotmail | 연결 사용자 정의

steeluniversity.org

모사 속도: 1

00:06.53

레들 도착 / 분: 19

레이드 플로우 레이트:  $Q_l / \text{kg min}^{-1}$  9900

턴디쉬 플로우 레이트:  $Q_t / \text{kg min}^{-1}$  3300

첫물 바가지

비기 시작할 시간: 17  
 아랫벙 퍼센티지: 100 %  
 유속: 9940 kg/min  
 강철의 수분: 62 %

턴디쉬

비기 시작할 시간: 8  
 아랫벙 퍼센티지: 62 %  
 출 유속: 6600 kg/min  
 배출구당 유속: 3300 kg/min  
 강철의 수분: 89 %

SENs를 교환합니다

주조 속도:  $v_c / \text{m min}^{-1}$

0  
 0  
 1  
 \*1  
 1.2  
 1.4  
 \*1.5  
 1.6  
 \*1.8  
 1.8  
 2

스트랜드 정보

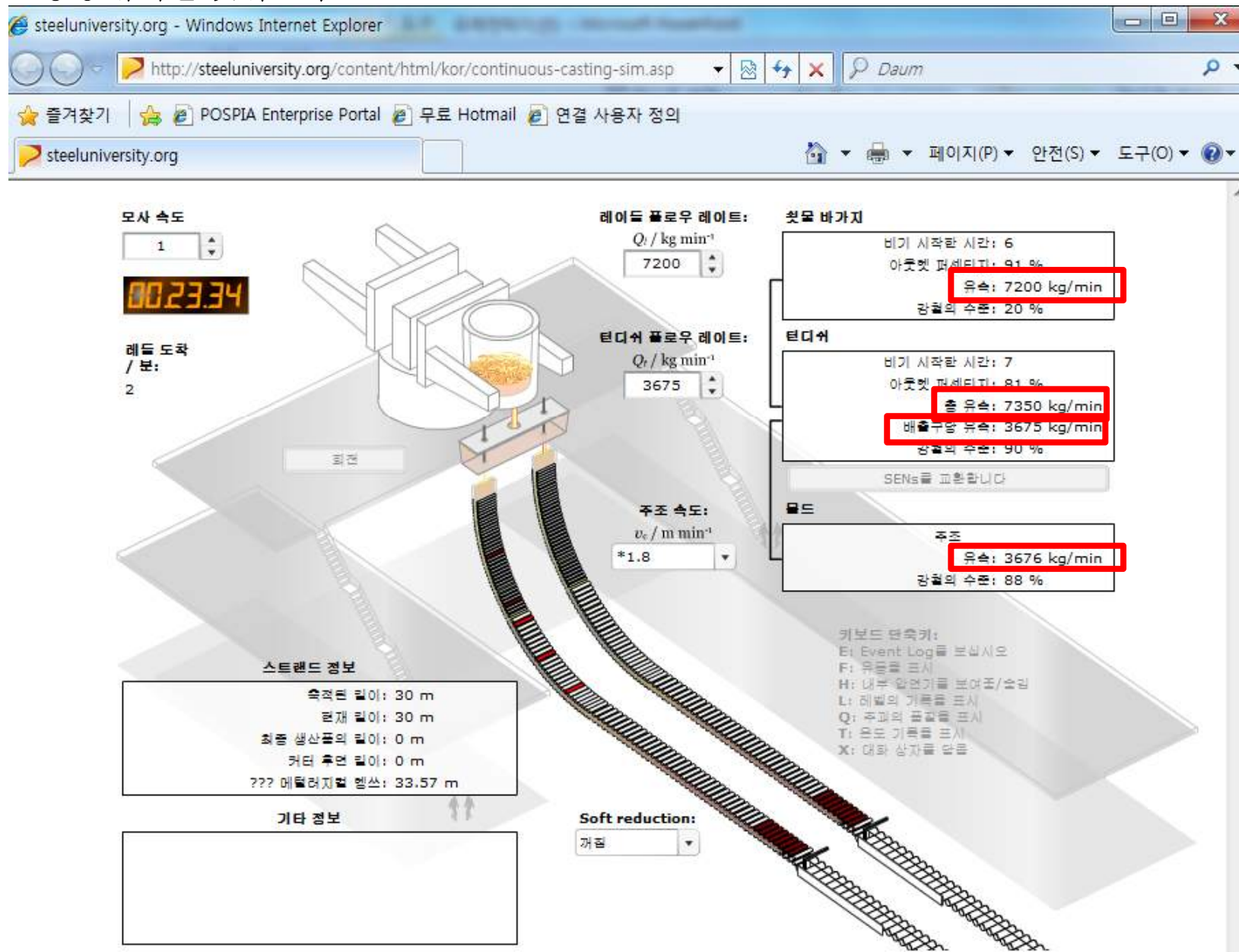
상단 길이: 0 m  
 중간 길이: 0 m  
 최종 생산물의 길이: 0 m  
 커터까지의 길이: 0 m  
 ??? 메달려있는 철선: 0 m

기타 정보

키보드 단축키:  
 E: Event Log를 보십시오  
 F: 유속을 표시  
 H: 내부 압연기를 보여줌/숨김  
 L: 레들의 거리를 표시  
 Q: 주괴의 품질을 표시  
 T: 온도 기록을 표시  
 X: 대화 상자를 엽니다

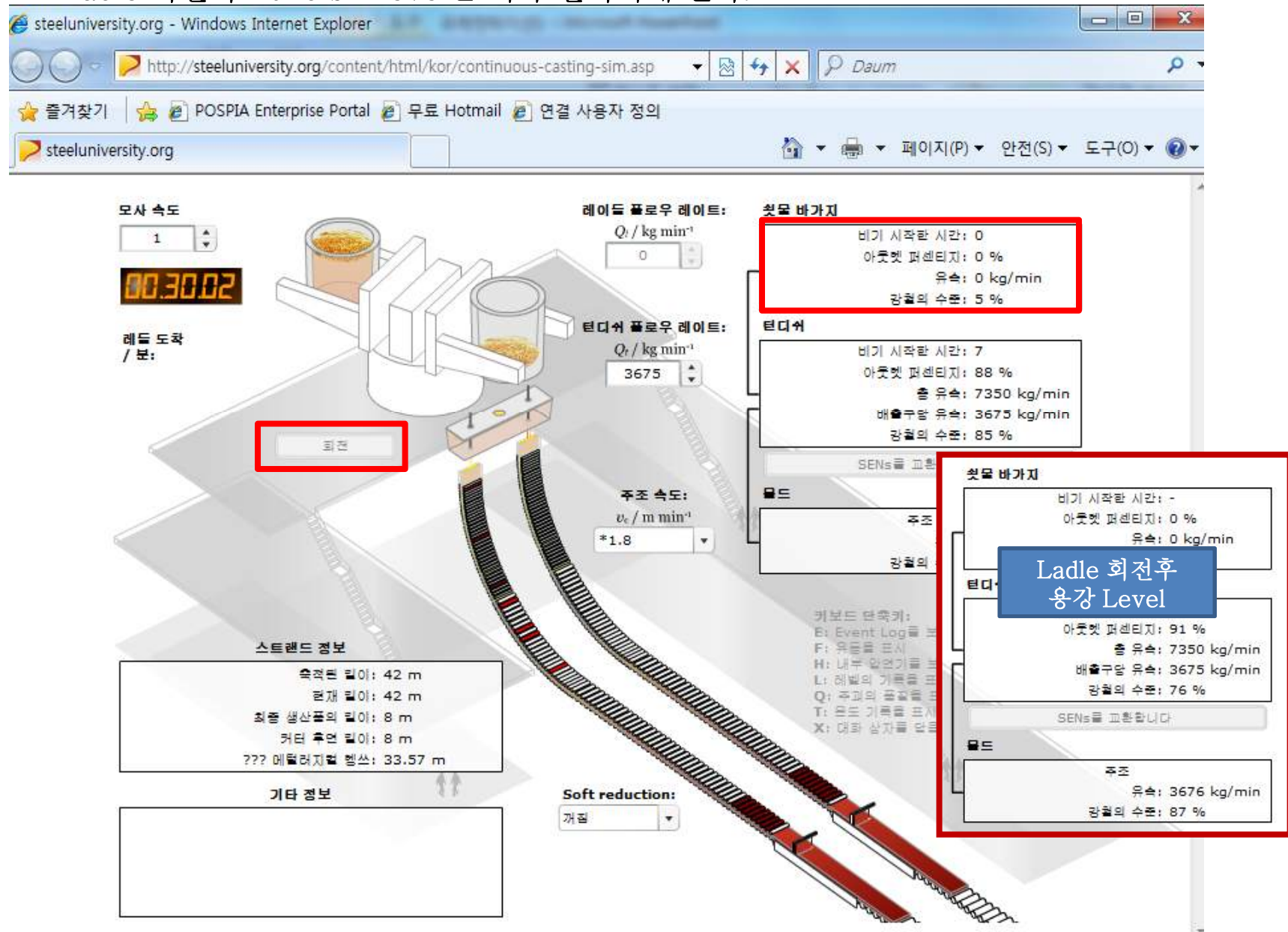
주조 정지됨  
 유속: 0 kg/min  
 강철의 수분: 82 %

4) Tundish 및 Mold Level이 일정하게 유지될 수 있도록 Ladle~Tundish 및 Tundish~Mold간 용강 유속을 맞춰준다.



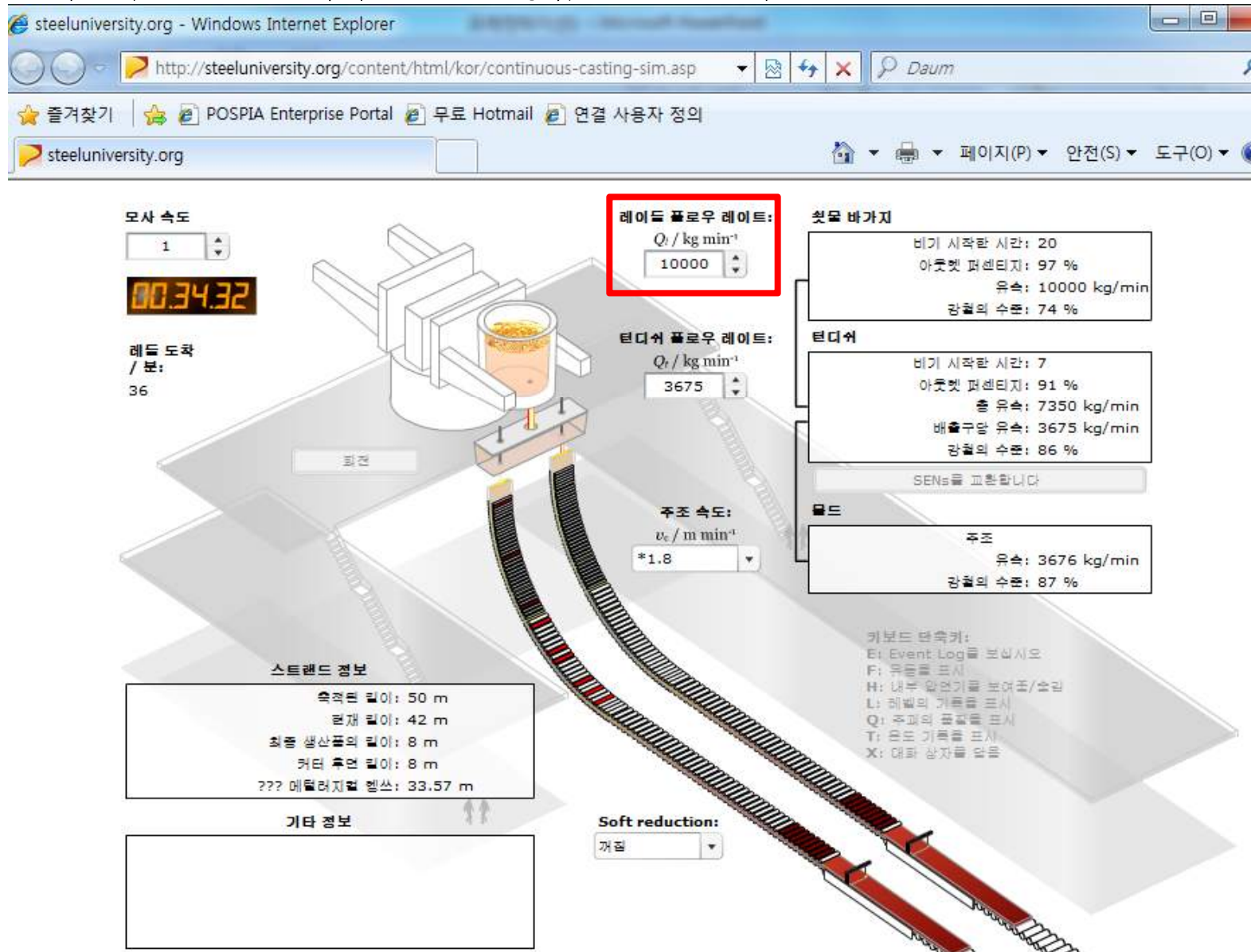


- 5) Ladle 용강 주입이 완료되면 회전을 클릭하여 후속 Ladle을 주조위치로 이동시킨다.  
 ※ Ladle 회전시 Tundish Level은 지속 떨어지게 된다.



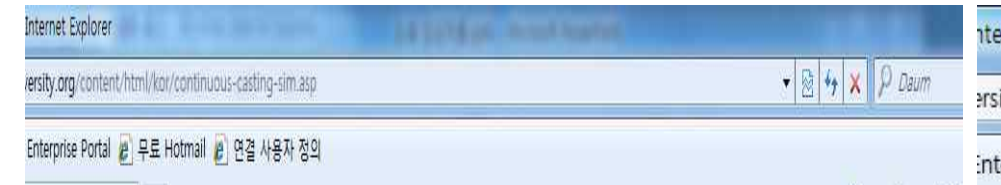


- 6) 두번째 Ladle 연결 후 Tundish로의 용강 주입을 다시 진행한다.  
 ※ Tundish Level이 빨리 올라갈 수 있도록 유속을 Max.로 설정한다.  
 ※ 세번째 Ladle 연결시에도 동일한 방법으로 진행한다.

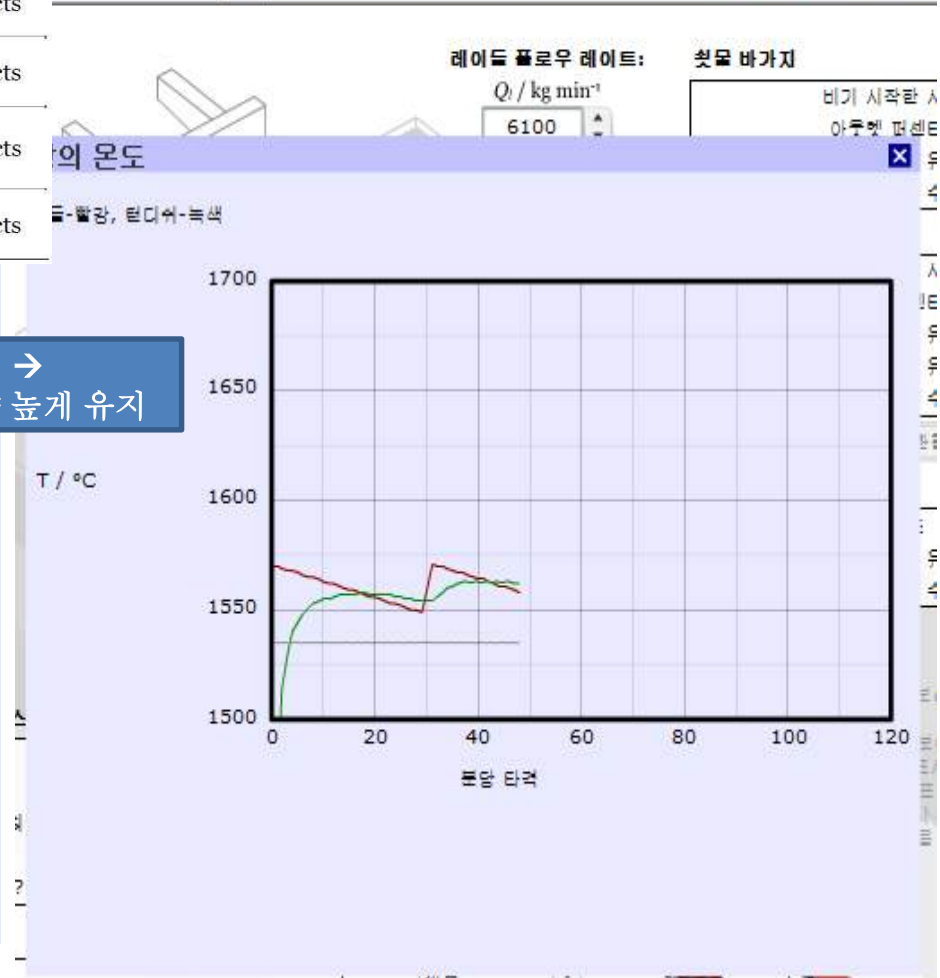
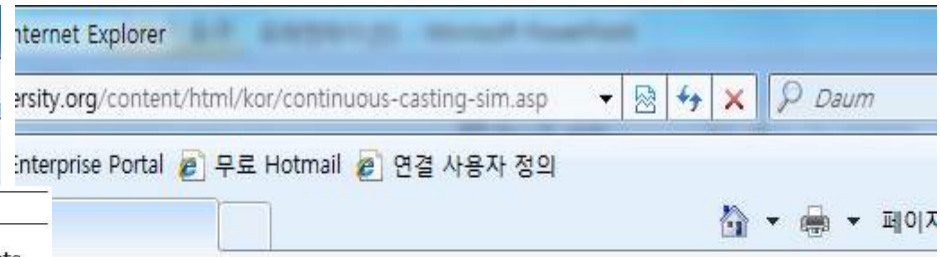


## ◎ 참고 - 품질 및 온도 확인

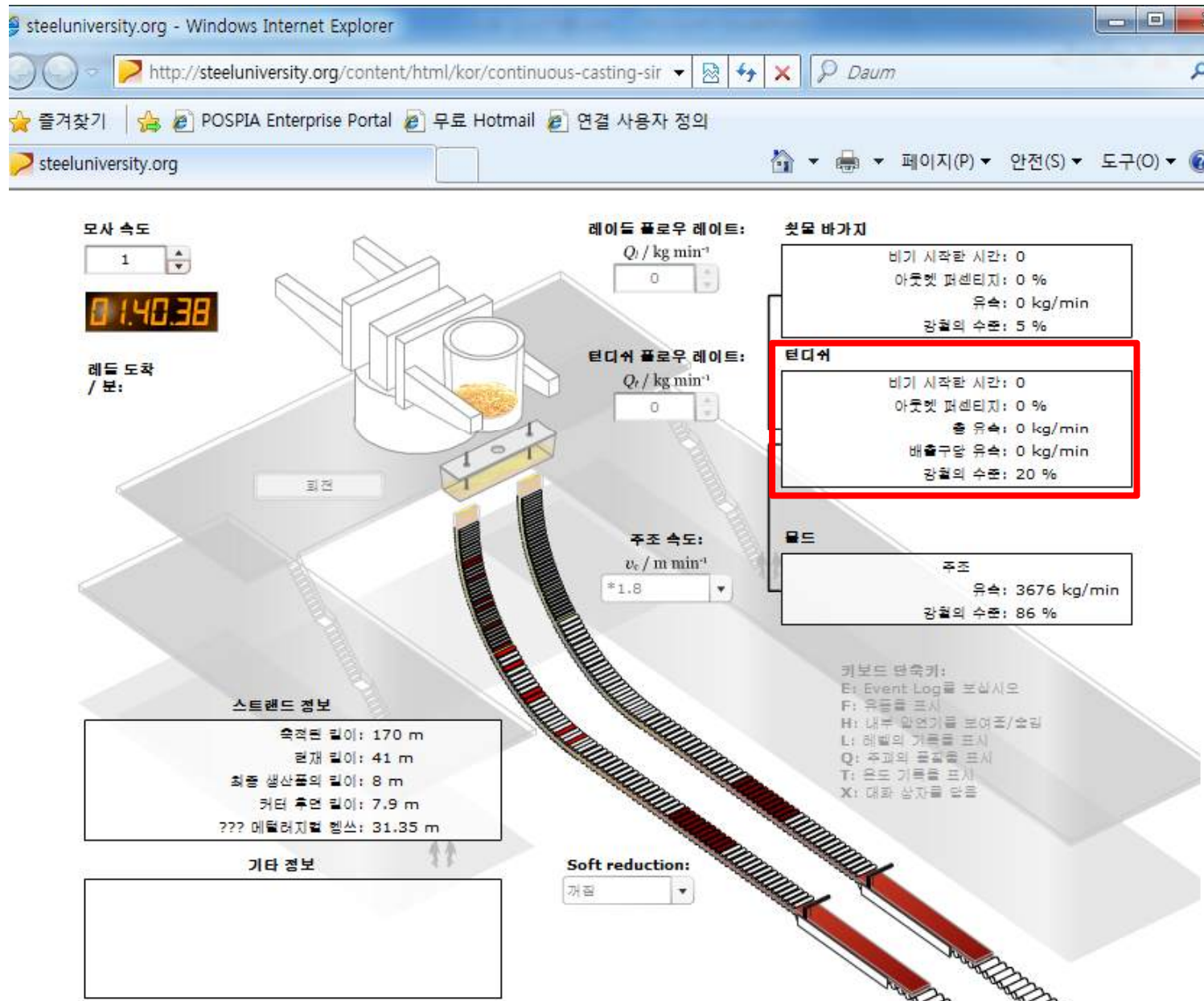
※ 시뮬레이션 중 키보드 Q 누르면 품질, T 누르면 온도 확인 가능



Steel	Scarfe	Downgrade	Scrap
CON	Surface cracking	Any two defects	More than two defects
ULC	Surface cracking or Oscillation marks	Any defect	More than two defects
LPS	Surface cracking or Oscillation marks	Internal cracking or Center segregation or Inclusion content	More than two defects
ENG	-	Any two defects	More than two defects

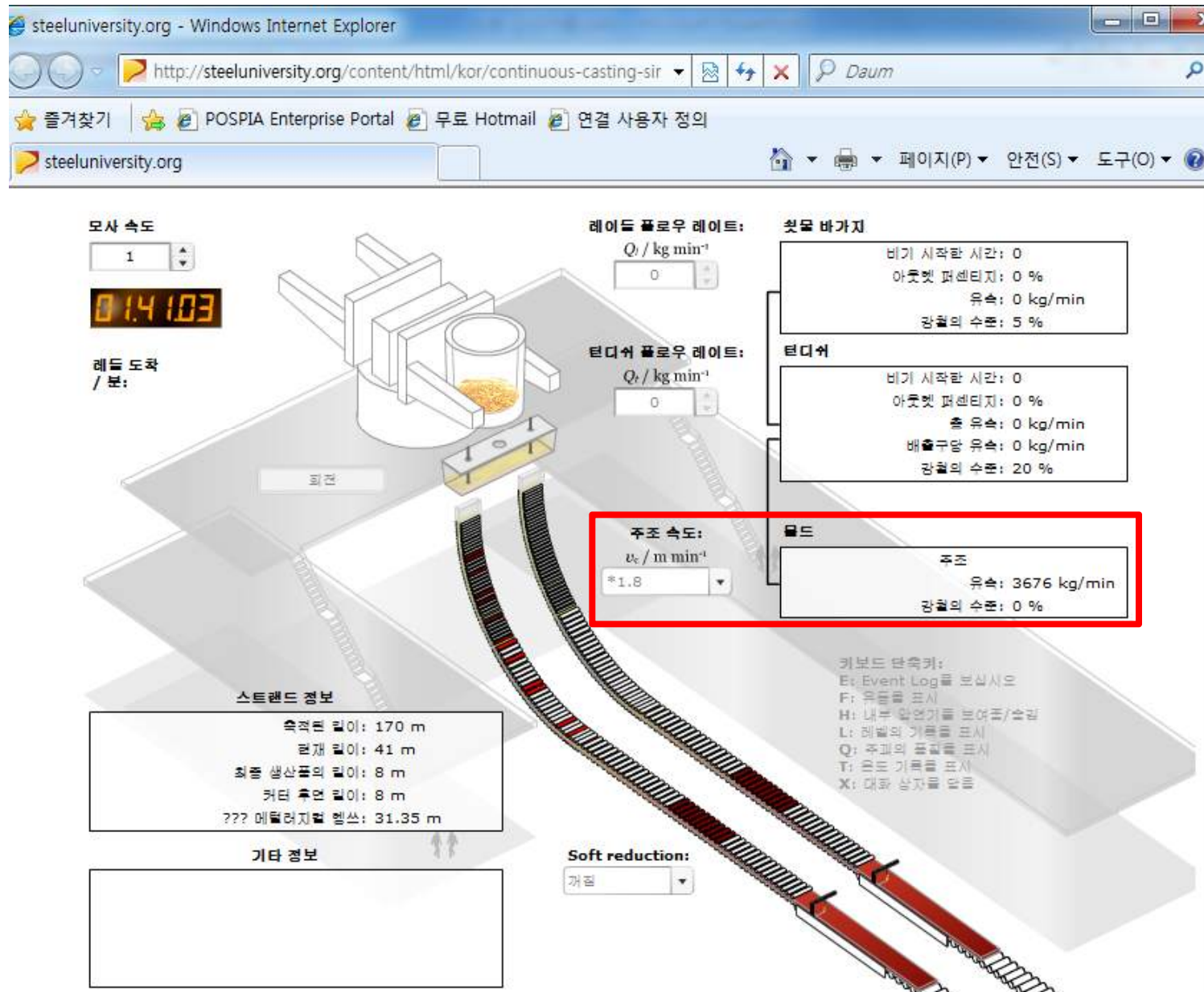


7) 세번째 Ladle 완료 후 Tundish 용강 Level이 서서히 낮아지며, 20%에서 Tundish~Mold 주입이 완료된다.





8) Mold내 용강 Level이 0%가 되면 최종 주조속도로 Strand 안에 있는 주편들이 인출된다.





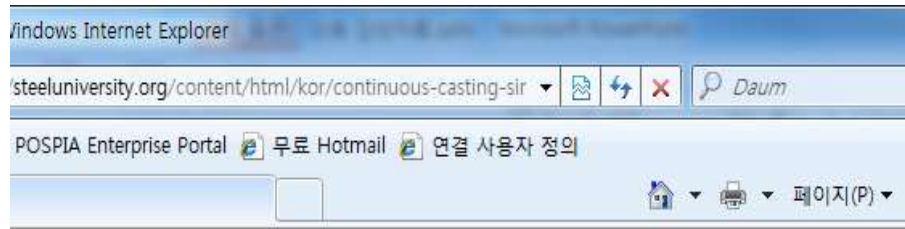
## Step 11. 연속주조 시뮬레이션 결과를 확인한다.

- 세개의 Ladle 주조를 성공적으로 완료하면 아래와 같은 창이 뜬다.

☞ 주요 결과에서 주조 총 길이와 톤당 가격을 확인한다.

※ 내 정보에 저장되는 주조 총 길이는 이 화면에 나오는 값 × Strand수 임.

☞ Certificate을 확인하고 이름을 입력한다.



축하합니다.!

당신은 연속주조 시뮬레이션을 성공적으로 마쳤습니다.

### 시뮬레이션 설정:

사용자 레벨 : 대학생  
강의 등급 : 극저탄소강  
주조 기계 : 슬래브  
주조 속도 : 2 m / min  
냉각수의 유속 : 0.8 강의 질량 앞 뒤를 질량



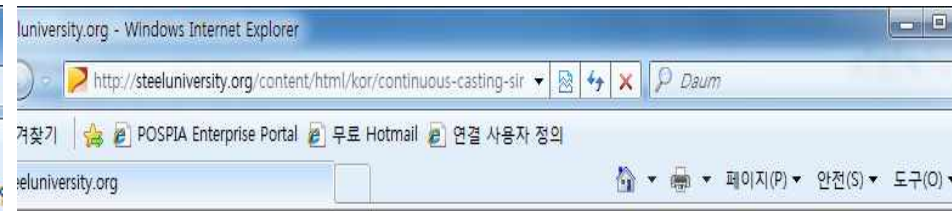
### 주요 결과:

주물의 총 길이: 169.2 m.  
품질 조건에 해당하는 길이: 0 m (0 %)  
총 동작 가격: \$17206  
길이당 가격: \$254.23  
미터 톤 당 가격: \$116.6

### 시뮬레이션의 관한 세부정보

시뮬레이션의 추가적인 세부정보를 보기 위해서는 다음의 키를 눌러 주십시오.:

E - Event Log  
F - 레이들과 엔티티로부터의 흐름  
L - 레이들과 엔티티 내의 강의 높이  
I - 레이들과 엔티티 내의 강철의 온도  
Q - 품질 변수들의 기록(log)  
X - 대화 상자를 닫음



이것은 다음을 증명합니다:

여기에 이름과 소속을 입력하십시오

다음과 같은 결과로 연속주조 시뮬레이션을 마쳤습니다.:

사용자 레벨: 대학생  
강의 등급: 극저탄소강  
주조 기계: 슬래브  
주물의 총 길이: 169.2 m.  
품질 조건에 해당하는 길이: 0 m (0 %)  
총 동작 가격: \$17206  
길이당 가격: \$254.23  
미터 톤 당 가격: \$116.6

Rizwan Janjua

Rizwan Janjua  
설계 관리자

Fri Sep 28 09:23:13 GMT+0900 2012

Cert No. CC-1348791793111

## Step 12. 내 정보에서 시뮬레이션 실적 확인하기.

- 화면 상부에 “내 정보”를 클릭하면 아래와 같이 나의 세부항목이 나타나는데, “내 결과”에 시뮬레이션 결과가 저장되며, 시뮬레이션 실적을 확인할 수 있다.

☞ 성공한 시뮬레이션은 “True”로 나타나며, 세부사항을 클릭하면 상세 결과 및 이벤트 로그 확인 가능  
※ 이 화면에 나타난 주편 길이 확인 필요

steeluniversity.org | steeluniversity.org | 나의 세부항목 - Windows Internet Explorer

http://steeluniversity.org/content/html/kor/default.asp?catid=1&pageid=2081271994

worldsteel ASSOCIATION

steeluniversity.org

소개 e-Learning 도전 공지 학습 목록

나의 세부항목

이 페이지에서 개인세부사항을 바꿀수 있고 다양한 시뮬레이션과 연습 결과를 다시 볼 수 있습니다.

당신은 현재 움직임을 둔하다. : futbol14@posco.com. 당신의 유일한 사용자 ID: 10121.

- 로그아웃을 위해 여기를 클릭
- 비밀번호를 변경하시려면 여기를 클릭
- 당신의 결과에 교사나 교관이 접근하게 하려면 여기를 클릭하십시오
- 당신의 학생을 목록을 보려면 여기를 클릭하십시오
- Click here to see the Leaderboard showing best simulation results

**내 결과**

제강업자

시뮬레이션	강종	수준	주조	질량	비용	기온	사용된	통과	데이터/시간
			ID	kg	\$	°C			
CC	ULC	대학생	1065	147567	17205.91	25	False	True	9/28/2012 2:22:50 AM
CC	LPS	대학생	1064	28016	6174.56	25	False	False	12/2/2011 10:06:59 AM
CC	LPS	대학생	1063	0	2259.26	25	False	False	12/2/2011 9:21:08 AM
CC	LPS	대학생	1062	0	600	25	False	False	12/2/2011 9:11:34 AM
CC	LPS	대학생	1061	627679	17483.38	25	False	True	12/2/2011 9:08:04 AM
CC	LPS	대학생	1060	446490	15088.25	25	False	False	11/30/2011 3:32:38 AM
CC	LPS	대학생	1059	702128	18702.2	25	False	True	11/30/2011 3:14:52 AM
CC	LPS	대학생	1058	631534	17953.46	25	False	True	11/29/2011 2:19:58 PM

**결과**

데이터 ID	449982	이 시뮬레이션 시도를 위한 유일한 ID
시뮬레이션	연속 주조 버전 1.60	
사용자 레벨	대학생	
등급	차체에 쓰이는 TiNb 극 저탄소강	
ID	1065	이 주조를 위한 유일한 ID
질량	147567 kg	
총 동작 가격	\$17205.91	사용자 결정에 의한 총조업비용
	= \$116.6 / 톤	
기온	25 °C	
통과?	참	이 주조는 모든 기준을 만족했습니까?
소모된?	거짓	이 주조는 하공정 시뮬레이션에서 사용되었는가?
데이터/시간	9/28/2012 2:22:50 AM	DD/MM/YYYY, CET(UTC+1)

**세부사항**

사용 가능 재료: 0 m  
스카프필: 0 m  
등급 강등될: 0 m  
스크랩, 고철처리될: 338 m

**Event Log**

00.00.00 : 사용자 레벨 : 대학생  
00.00.00 : 강의 등급 : 극저탄소강  
00.00.00 : 월드 파워 종류 : D  
00.00.00 : 월드 주파수,  $f = 140 \text{ min}^{-1}$   
00.00.00 : 월드 스트로크,  $S = 7 \text{ mm}$   
00.00.00 : 선택된 타겟의 주물 속도,  $vc = 2 \text{ m / min}$   
00.00.00 : 냉각수의 유속 : 0.8 강의 질량 당 물을 질량  
00.00.00 : 쇳물 바가지 1 도착 시간 = 0 min;  $T = 1570 \text{ A}^\circ\text{C}$   
00.00.00 : 쇳물 바가지 2 도착 시간 = 33 min;  $T = 1570 \text{ A}^\circ\text{C}$   
00.00.00 : 쇳물 바가지 3 도착 시간 = 53 min;  $T = 1570 \text{ A}^\circ\text{C}$   
00.06.37 : 새로운 주조 속도,  $vc = 1.8$   
00.11.50 : 1번 압연기에 비정렬 16. ( $dx = 1.61 \text{ mm}$ )  
00.15.49 : 2번 압연기에 비정렬 11. ( $dx = 0.83 \text{ mm}$ )  
00.24.26 : 3번 압연기에 비정렬 58. ( $dx = 0.75 \text{ mm}$ )  
00.25.49 : 완전한 감소에 의하여 야기되는 변형은 내부 균열을 야기 시킵니다.