1

00:00:00,000 --> 00:00:10,210

안녕하십니까 저는 한국건설기술연구원 화재안전연구소에서 근무 중인 안재권입니다

Здравствуйте, Меня зовут Ан Джэквон, я работаю в НИИ пожарной безопасности Корейского института строительных технологий.

2

00:00:10,210 --> 00:00:17,250

오늘 저는 건축물의 내화구조설계 라는 테마로 발표를 진행하도록 하겠습니다

Сегодня я сделаю презентацию на тему проектирования огнестойких конструкций зданий.

3

00:00:17,250 --> 00:00:27,490

내화구조설계는 건축물 구조설계에 있어서 상온설계라던지 일반적인 내진설계와 비교해서는 좀 덜 친숙하실 수도 있을 텐데

Возможно вы больше наслышаны о проектировании в условиях обычной комнатной температуры или с учётом сейсмических факторов, и реже сталкивались с проектированием огнестойких конструкций.

4

00:00:27,490 --> 00:00:34,720

오늘 발표 내용을 바탕으로 좀 더 이해에 도움이 됐으면 좋겠습니다

Надеюсь, что сегодняшняя презентация поможет вам ближе познакомиться с этим видом проектирования.

5

00:00:34,720 --> 00:00:40,700

outline입니다. 화재안전에 대한 간략한 소개를 먼저 시작하도록 하겠습니다

План у нас следующий: во-первых, я хотел бы начать с краткого введения в пожарную безопасность.

6

00:00:40,700 --> 00:00:46,440

화재안전의 배경이라든지 화재안전이란 무엇인가 그중에서 내화란 무엇인가

Вспомним предпосылки появления этого понятия: что такое пожарная безопасность и какое отношение ко всему этому имеет понятие огнестойкости.

7

00:00:46,440 --> 00:00:53,100

이와 관련해서 최근에 이슈들은 무엇이 있는지 한번 되짚어보도록 하겠습니다

Также я хотел бы ознакомить вас с последними тенденциями в этой сфере.

8

00:00:53,100 --> 00:01:00,970

두 번째로 화재로 인해서 발생하는 열과 열전달에 대해서 말씀드리도록 하겠습니다

Во-вторых, поговорим о тепле и теплопередаче, вызванных пожаром.

9

00:01:00,970 --> 00:01:07,840

가연물은 어떻게 정해야 되는지 그로 인해서 화재하중을 어떻게 정리할 수 있는지

Я расскажу, как определяется горючий материал, и как в зависимости от него справляться с пожарной нагрузкой.

10

00:01:07,840 --> 00:01:16,900

그 다음으로 화재거동은 어떻게 바뀌고 화재거동을 통해서 구조체에는 어떻게 열이 전달되는지 말씀드리도록 하겠습니다

Посмотрим, как изменяется динамика пожара, и как в зависимости от этого тепло передается конструкции.

11

00:01:16,900 --> 00:01:19,970

세 번째 내용이 오늘 가장 중요한 내용이라 할 수 있는데

В-третьих, сегодня можно назвать самым важной частью.

12

00:01:19,970 --> 00:01:28,340

세 번째는 현행 code나 standard에서 내화구조설계를 어떻게 다루고 있는지 살펴보도록 하겠습니다

В ней мы рассмотрим, как действующие кодексы и стандарты относятся к проектированию огнестойких конструкций.

.

13

00:01:28,340 --> 00:01:32,160

내화성능을 평가하는 방법들에 대해서 먼저 말씀을 드리고

Здесь во-первых я прежде всего расскажу вам о методах оценки показателей огнестойкости.

14

00:01:32,160 --> 00:01:40,730

두 번째로는 code와 standard에서 규정하고 있는 내화성능 요건에 대해 말씀드리도록 하겠습니다

Во-вторых поделюсь информацией о требованиях к показателям огнестойкости, предусмотренных кодексами и стандартами.

15

00:01:40,730 --> 00:01:47,490

세 번째로는 IBC에서 제시하고 있는 사양 기반의 방법들과 함께

В-третьих расскажу, как в Международном строительном кодексе (IBC) описаны методы определения огнестойкости.

16

00:01:47,490 --> 00:01:54,430

계산을 통해서 구하는 방법들이 어떻게 기술되어 있는지 말씀드리도록 하겠습니다

и как на основе спецификаций описаны методы расчетов.

17

00:01:54,430 --> 00:02:04,380

그리고 EUROCODE에서 제시하고 있는 간단하게 강도 기반으로 계산할 수 있는 방법들은 어떻게 기술되어 있는지 살펴보겠습니다

Также посмотрим, как описаны простые методы расчета на основе прочности, предлагаемые Общеевропейским строительным техническим кодексом (EUROCODE).

18

00:02:04,380 --> 00:02:12,500

마지막으로는 최근에 성능기반 내화구조설계가 이슈화되고 있습니다

И наконец, поговорим об актуальной в последнее время теме проектировании огнестойких конструкций на основе эксплуатационных характеристик.

19

00:02:12,500 --> 00:02:19,410

이런 성능 기반 내화구조설계를 적용할 때 어떤 것들이 필요한지 어떤 절차가 있는지

Я поясню, какие существуют требования и процедуры в ходе реализации этого вида проектирования.

20

00:02:19,410 --> 00:02:26,710

한계점은 없는지에 대해서 마지막으로 간략히 설명 드리도록 하겠습니다

А в конце я кратко расскажу, существуют ли какие-либо ограничения.

21

00:02:26,710 --> 00:02:30,010

먼저 화재안전에 대한 소개입니다

Итак, начнем с введения в пожарную безопасность.

22

00:02:30,010 --> 00:02:36,390

화재가 발생하면 인명이 손실될 수 있고 재산 상의 큰 피해가 발생할 수 있습니다

Пожар может привести к гибели людей и серьезному материальному ущербу.

23

00:02:36,390 --> 00:02:45,530

그래서 이런 fire risk를 다룰 때는 디자인이라든지 설계 단계에 있어서 주의를 요합니다

Поэтому имея дело с риском пожара, мы должны проявлять серьёзное отношение уже на этапах дизайна и проектирования.

24

00:02:45,530 --> 00:02:53,830

하지만 이런 화재 안전 설계를 잘 수행한다고 하더라도 모든 건물에 화재를 막을 수는 없습니다

Однако, даже при правильном противопожарном проектировании предотвратить возгорание во всех зданиях невозможно.

25

00:02:53,830 --> 00:03:02,400

화재 안전이라는 것은 여러 가지 요인들에 의해서 발생하기 때문에 우리가 모든 것을 다 커버할 수는 없고

Пожарная безопасность обусловлена многими факторами, поэтому мы не можем охватить все.

26

00:03:02,400 --> 00:03:16,130

주로 내화구조, 내화 성능까지 영향을 미치는 화재는 잘 일어나지 않지만

И хотя пожары, влияющие на огнестойкие конструкции и огнестойкость, возникают не очень часто,

27

00:03:16,130 --> 00:03:28,030

실제 2001년의 World Trade Center 붕괴사고에서도 보듯이 큰 화재가 유발됐을 경우에는 대형의 인명사고가 발생할 수도 있고

Обрушение Всемирного торгового центра в 2001 году в действительности показало, что в результате крупного пожара может произойти крупномасштабная катастрофа с человеческими жертвами.

28

00:03:28,030 --> 00:03:35,200

구조체는 엄청난 온도에 도달하는 그런 경험을 할 수도 있습니다.

И конструкция может подвергнуться экстремально высокой температуре.

29

00:03:35,200 --> 00:03:45,060

아래쪽에는 그동안 우리가 많이 겪었던 큰 화제들 런던 대화재라던지 방금 말씀드린 세계무역센터 화재라든지

Ниже приведены примеры пожаров, свидетелями которых мы неоднократно становились, например Великий лондонский пожар или пожар во Всемирном торговом центре, о котором я только что упоминал.

30

00:03:45,060 --> 00:03:51,200

혹은 최근에 물론 하부구조에 직접적인 영향을 큰 영향을 미친 것은 아니지만

Или вот, например, один из последних пожаров, хотя он и не оказал непосредственного и существенного влияния на основную конструкцию.

31

00:03:51,200 --> 00:03:59,240

Grenfell Tower 화재라든지 이런 것들에 대해서 간략하게 소개해 드렸습니다

Я имею в виду пожар в здании Гренфелл-Тауэр в Лондоне.

32

00:03:59,240 --> 00:04:00,930

구조라는 것의 역할입니다.

Какова же роль конструкции.

33

00:04:00,930 --> 00:04:13,270

사실 건축물의 용도는 상당히 다양하며, 일반적으로 상업적인 용도라던지 거주용도라던지 여러 가지 용도를 가지고 있습니다

На самом деле, назначение зданий довольно разнообразно, как правило, их используют в коммерческих целях или в качестве жилья.

34

00:04:13,270 --> 00:04:18,430

outdoor stadium도 있고 혹은 tower 형태의 건물도 있습니다.

Существуют также открытые стадионы или здания в форме башни.

35

00:04:18,430 --> 00:04:28,810

그러한 건축물을 안전하게 본연의 기능을 수행할 수 있는 환경을 제공하는 것이 구조체의 역할입니다

Роль конструкции заключается в обеспечении среды, в которой здания могут безопасно выполнять свои первоначальные функции.

36

00:04:28,810 --> 00:04:36,080

이런 구조체는 특히 다양한 하중조건들 적재하중이라든지 고정하중이라든지 바람 홍수 눈 지진

Эти конструкции должны быть спроектированы так, чтобы справляться с различными видами нагрузки

37

00:04:36,080 --> 00:04:42,670

화재 하중에 대해서도 잘 견딜 수 있도록 설계해야 합니다

временными или постоянными, например, ветер, наводнение, снег, землетрясение и пожар.

38

00:04:42,670 --> 00:04:49,840

화재안전과 관련하여 좀 더 집중적으로 말씀드리면 모든 화재 시나리오를 막을 수는 없습니다

В частности, когда речь идет о пожарной безопасности, не все сценарии пожара можно предотвратить.

39

00:04:49,840 --> 00:04:55,290

설계자들은 적절한 전략을 통해서 화재 발생을 최소화하고

Поэтому главная задача проектировщиков - с помощью соответствующих стратегий

40

00:04:55,290 --> 00:05:00,440

화재가 발생하더라도 또 피해를 최소화는 것이 주요 임무가 되겠습니다

свести к минимуму возникновение пожаров, а если пожар всё-таки случился, важно минимизировать ущерб.

41

00:05:00,440 --> 00:05:13,340

주요 전략으로는 자동화된 스프링클러시스템, 화재 감지기, 피난경로를 신뢰성 있게 구축 하는 것,

Так ключевые стратегии включают надежное строительство спринклерных автоматических систем пожаротушения (АСПТ)

установку датчиков пожарной сигнализации, организацию эвакуационных путей,

42

00:05:13,340 --> 00:05:25,070

화염 전파를 차단하는 것, 그리고 주로 오늘 내용으로 말씀드리게 된 내화성능과 관련된 부분이 되겠습니다

блокирование распространения пламени и, конечно же, всё связанное с огнестойкостью, о которой мы сегодня в основном и будем говорить.

43

00:05:25,070 --> 00:05:27,450

내화 혹은 내화성능 이란 무엇인가?

Что такое огнестойкость или показатели огнестойкости?

44

00:05:27,450 --> 00:05:37,350

그것은 구조체가 화재로부터 안전하게 견딜 수 있도록 하는 것을 바로 내화라고 합니다

Это то, что позволяет конструкции безопасно противостоять огню.

45

00:05:37,350 --> 00:05:44,880

첫 번째는 일단 화염 전파를 막는 것이 큰 역할이 되겠습니다

Во-первых, она играет большую роль в предотвращении распространения пламени.

46

00:05:44,880 --> 00:05:55,960

또한 중요한 것은 구조체의 일체성을 유지하고 하중지지력을 유지하는 것이 바로 내화성능이 되겠습니다

Также её основная функция – сохранить целостность конструкции и несущую способность выдерживать нагрузку.

47

00:05:55,960 --> 00:06:01,960

이를 바탕으로 인명이라든지 재산 상의 손실을 최소화하고 구조물의 붕괴를 막으면서

Благодаря чему можно свести к минимуму гибель людей и потерю имущества, а также предотвратить обрушение конструкций.

48

00:06:01,960 --> 00:06:11,110

화재구획 혹은 방화구획을 화재 전후로 유지시키는 것이 내화의 목적이라고 할 수 있겠습니다

При этом целью огнестойкости также является сохранение в рабочем состоянии противопожарного отсека до и после пожара.

49

00:06:11,110 --> 00:06:21,550

다만 이런 내화 관련된 부분들은 건축물의 크기라든지 건축물의 용도와 목적에 따라서 적용 방식이 달라질 수 있습니다

Единственное, элементы, связанные с огнестойкостью, могут применяться по-разному в зависимости от размера или назначения здания.

50

00:06:21,550 --> 00:06:27,900

왼쪽 과 같이 건축물일 경우 혹은 가운데 같이 도로일 경우

Так здание, что вы видите слева, или дорога посередине,

51

00:06:27,900 --> 00:06:37,930

혹은 오른쪽 같이 발전소 시설일 경우에는 각기 다른 방식의 접근 방식이 필요합니다.

Или электростанция справа - все эти объекты требуют разного подхода.

52

00:06:37,930 --> 00:06:42,260

최근에 이런 내화와 관련해 가지고 중요한 이슈가 몇 가지 있습니다

В последнее время поднимается ряд важных вопросов, связанных с огнестойкостью.

53

00:06:42,260 --> 00:06:49,590

그 중에서 두 가지만 말씀드리자면, 첫 번째 뒤에 좀 더 상세히 말씀드리겠지만 성능기반 내화설계기준이 되겠습니다

Я упомяну только два из них, о первом расскажу более подробно попозже. Речь пойдёт о критериях проектировании огнестойких конструкций на основе эксплуатационных характеристик.

54

00:06:49,590 --> 00:06:54,890

기존의 사양기반 설계가 여러 가지 단점들을 가지고 있고 있었기 때문에

Поскольку ранее применяемый метод проектирования на основе спецификаций имело ряд недостатков,

55

00:06:54,890 --> 00:07:02,500

미국이라든지 유럽을 포함한 여러 국가들은 성능기반설계로의 전환을 목표로 하고 있습니다

некоторые страны, в том числе США и Европа, стремятся перейти к проектированию на основе эксплутационных характеристик.

.

56

00:07:02,500 --> 00:07:11,440

합리적인 설계접근 방식 그리고 비용을 절약할 수 있는 혁신적인 설계를 적용하기 위해서는

Такой подход насущно необходим, чтобы стало возможным внедрение инновационного проектирования

57

00:07:11,440 --> 00:07:17,890

이러한 성능기반 내화설계의 접근 방식이 반드시 필요하다고 할 수 있습니다.

с целью рационализации и экономии затрат.

58

00:07:17,890 --> 00:07:23,870

두 번째로는 최근 신재료, 새로운 고성능 재료들이 많이 나오고 있는데

Также в последнее время появляется множество новейших материалов с высокими эксплуатационными характеристиками.

59

00:07:23,870 --> 00:07:31,340

이러한 재료들에 대해서 화재안전성능이 어느 정도 되는지에 대한 검증이 필요한 상황입니다.

Поэтому возникла необходимость в проверке уровня пожарной безопасности этих материалов.

60

00:07:31,340 --> 00:07:41,120

고강도 콘크리트, FRP, 고성능 플라스틱이라든지 복합물과 같이 여러 가지 용도로 사용되는 이런 재료들이

Используемые в различных целях такие материалы, как высокопрочный бетон, стеклопластик(FRP), высокоэффективные пластмассы или композиты,

61

00:07:41,120 --> 00:07:52,520

고온에서 약할 수도 있고 독성을 내뿜을 수도 있고 혹은 화염 전파에 오히려 도움이 되어 악영향을 끼칠 수도 있고

Могут не справляться с высокими температурами, оказывая токсическое воздействие, или даже иметь побочные эффекты, способствуя распространению пламени.

62

00:07:52,520 --> 00:08:00,140

일반 구조재료에 비해서 강도나 강성 저하가 빨리 일어남으로 인해 화재안전을 위협하는 요소가 될 수 있기 때문에

Так по сравнению с обычными строительными материалами они могут стать угрозой пожарной безопасности из-за быстрого снижения прочности или жесткости.

63

00:08:00,140 --> 00:08:04,770

이에 대한 연구들이 최근에 많이 이루어지고 있습니다

В связи с этим в последнее время проводится много исследований.

64

00:08:04,770 --> 00:08:20,050

두 번째 장에서는 화재와 열이 어떤 식으로 발생하고, 전달되고, 구조체로 최종적으로 전이되는지 알아보도록 하겠습니다

Во второй части мы рассмотрим, как возникают пожары и тепло; как они распространяются, и как в конечном итоге охватывают конструкцию.

65

00:08:20,050 --> 00:08:25,380

가연물이라는 것은 결국은 건축물 내에서 탈 수 있는 재료를 말한 것입니다

Итак, воспламеняющимися веществами называют те материалы, которые могут загореться внутри здания.

66

00:08:25,380 --> 00:08:35,050

이런 것들은 결국 열량으로 표현되는데 그 열량은 우리가 흔히 HRR 열방출률로 표현하게 됩니다

При возгорании они выделяют тепло, и этот процесс мы обозначаем как скорость теплоотдачи (HRR).

67

00:08:35,050 --> 00:08:40,170

solid 혹은 chemical의 여러 가지 형태가 있을 수 있는데,

Существуют разные виды горючих материалов, они могут быть твердыми или химическими.

68

00:08:40,170 --> 00:08:50,840

나무의 경우나 혹은 메탄, 에탄과 같은 화학물의 경우 다양한 열량을 가지고 있습니다

Так древесина или такие химических вещества, как метан и этан, имеют разную теплоёмкость.

69

00:08:50,840 --> 00:08:59,470

일반적으로 우리가 흔히 다루는 고체나 액체 가스의 가연물들은

Например, твёрдые легковоспламеняющиеся вещества или жидкий газ, с которыми мы часто сталкиваемся,

70

00:08:59,470 --> 00:09:03,150

보통 1kg 당 15~50MJ 정도의 열량을 가지고 있습니다

имеют показатель теплоёмкости около 15-50 МДж\кг.

71

00:09:03,150 --> 00:09:11,510

상세한 내용은 유로코드를 포함해 여러 가지 기준들에 잘 나와 있으니까 참조하시길 부탁드립니다

За подробной информацией вы можете обращаться к различным стандартам, включая Еврокод.

72

00:09:11,510 --> 00:09:19,760

이런 열량들은 결과적으로 내화구조 설계를 한다든지 내화구조 성능평가를 할 때 화재하중의 형태로 치환되게 될 것입니다

Все эти показатели теплоёмкости в процессе проектирования огнестойких конструкций и оценки огнестойкости будут представлены в виде пожарных нагрузок.

73

00:09:19,760 --> 00:09:28,780

기본적으로는 건축물이기 때문에 바닥면적당 밀도로 표현이 될 거고

Поскольку речь, как правило, идёт о зданиях, то фактор пожарной нагрузки будет выражаться в единицах плотности на единицу площади.

74

00:09:28,780 --> 00:09:35,570

이것을 design fire load로 치환하게 되는데, 내진설계를 한다든지

И обозначаться в качестве прогнозируемой пожарной нагрузки (design fire load)

75

00:09:35,570 --> 00:09:48,050

극한하중에 대한 설계를 할 때와 비슷한 방식으로 하중으로 치환하여 설계하게 됩니다.

Это происходит также при проектировании с учётом сейсмических факторов или с учётом экстремальной нагрузки.

76

00:09:48,050 --> 00:09:53,390

한 가지 알고 계시면 좋을 것은

Важно иметь в виду следующее:

77

00:09:53,390 --> 00:10:04,920

다른 하중과 유사하게 화재하중도 실제로는 건축물의 생애주기에서 기대할 수 있는 가장 높은 수준의 화재입니다.

Как и другие нагрузки, пожарные тоже представляют собой самые высокие уровни пожара, которые возможно прогнозировать на всём протяжении эксплуатации здания.

78

00:10:04,920 --> 00:10:13,810

유로코드를 포함한 여러 가지 기준에서 이러한 design fire load를 잘 제시하고 있음을 확인해주시길 바랍니다.

Вы можете убедиться в этом в различных стандартах, включая Еврокод, где прогнозируемая пожарная нагрузка хорошо представлена.

79

00:10:13,810 --> 00:10:27,950

앞서의 열방출율을 구하고 화재거동을 살펴볼 때 열방출율에 기반한 t-squre fire 곡선이라는 것이 있습니다

Когда мы определяем скорость теплоотдачи и отслеживаем динамику пожара, вырисовывается квадратичная кривая скорости выделения тепла (t-squre).

80

00:10:27,950 --> 00:10:39,100

열방출율을 표현하는 수식 중에 하나인데 열방출률이 시간의 제곱에 비례한다는 식입니다.

Это одна из формул, выражающих скорость теплоотдачи, и состоит она в том, что скорость теплоотдачи пропорциональна квадрату времени.

81

00:10:39,100 --> 00:10:49,840

이는 열방출율이 증가하는 속도가 느린지, 중간 정도인지, 빠른지

Можно сказать, что это показатель скорости роста в зависимости от скорости теплоотдачи:

82

00:10:49,840 --> 00:10:56,840

아니면 아주 빠른지에 따라서 성장하는 속도를 나타내는 지표라고 할 수 있습니다.

является ли она медленной, умеренной, быстрой или очень быстрой.

83

00:10:56,840 --> 00:11:02,770

다음 페이지에 보시면 같은 가연물의 양을 가질 경우에 오른쪽 상단을 보시면

На следующей странице вверху справа видно, что при одинаковой массе горючих материалов

84

00:11:02,770 --> 00:11:12,760

같은 가연물의 양을 가질 경우에 열방출율이 빠를 경우, 열방출율이 중간 정도로 증가할 경우, 열방출율이 천천히 증가할 경우,

в зависимости от скорости теплоотдачи (высокой, средней или низкой)

85

00:11:12,760 --> 00:11:22,130

결국 아래 면적은 같지만 속도가 달라지게 되고, 속도에 따라서 또 전체 시간도 달라지게 되는 방식이 되겠습니다.

Скорость и в зависимости от неё общее время изменяются, несмотря на одинаковую площадь.

86

00:11:22,130 --> 00:11:30,130

만약 개별 가연물들의 열방출율을 합산하고 싶을 때는

Если вы хотите сложить показатели скорости теплоотдачи отдельных горючих веществ,

87

00:11:30,130 --> 00:11:41,630

아래쪽 그림과 마찬가지로 단순하게 중첩하는 것만으로도 충분히 복합적인 효과를 설명할 수 있습니다

как показано на рисунке ниже, даже простого перекрытия достаточно для объяснения сложных эффектов.

88

00:11:41,630 --> 00:11:47,630

다음은 건축물의 구획 내에서의 화재거동입니다

Ниже показана динамика пожара в противопожарном отсеке здания.

89

00:11:47,630 --> 00:11:55,780

건축물에 있어서 compartment라는 구획 내의 화재심각도에 대해서 영향을 주는 인자는 여러 가지가 있는데

В здании есть несколько факторов, влияющих на интенсивность пожара в противопожарном отсеке (compartment).

90

00:11:55,780 --> 00:12:04,490

화재하중의 형태나 밀도 혹은 화재하중을 야기시키는 재료의 특성, 구획의 크기,

Будут иметь влияние такие факторы, как, например, тип или плотность пожарной нагрузки, или же особенности материала, вызывающего пожарную нагрузку,

91

00:12:04,490 --> 00:12:12,870

환기조건과 같이 다양한 요건들이 영향을 미치게 됩니다

а также размер пожарного отсека, условия вентиляции и др..

92

00:12:12,870 --> 00:12:24,520

화재가 발생해 되면 화재가 성장하는 시기를 지나서 최성기를 지나고 감소하며, 결국은 소멸하는 단계를 거치게 됩니다

Когда возникает пожар, огонь проходя период роста, достигает своего пика, затем уменьшается и в конце концов проходит стадию угасания.

93

00:12:24,520 --> 00:12:27,160

하지만 실제 화재는 이렇게 발생하지만,

И хотя в реальности пожар происходит таким образом,

94

00:12:27,160 --> 00:12:34,700

이것을 설계라든지 성능 평가에 활용할 때는 다양한 조건들을 직접적으로 활용하기 어렵기 때문에

При проектировании или оценке характеристик трудно непосредственно применить всё многообразие этих условий.

95

00:12:34,700 --> 00:12:39,710

구획화재를 아래쪽 그림과 같이 모형화하게 됩니다

В результате пожар в противопожарном отсеке будет смоделирован, как показано внизу.

96

00:12:39,710 --> 00:12:48,300

기본적으로는 norminal fire 혹은 standard fire가 있을 수 있고,

В основном, пожар может быть обычным или стандартным,

97

00:12:48,300 --> 00:12:55,820

그렇지 않을 경우에는 여러 가지 화재조건들을 반영할 수 있는 다양한 도구를 사용하게 됩니다

в ином случае придётся использовать множество инструментов, которые могут отражать различные условия пожара.

98

00:12:55,820 --> 00:13:01,380

zone 모델 혹은 CFD 등 여러 가지 방법이 있지만,

Существует несколько методов, например, зонная модель или CFD (полевой метод моделирования),

99

00:13:01,380 --> 00:13:11,930

기본적으로는 오른쪽 아래 있는 그림과 같은 대표적 화재곡선을 이용하는 것이 가장 간단한 방식이라고 할 수 있습니다

Можно сказать, что самый простой метод — это использовать стандартную кривую пожара, как показано внизу справа.

100

00:13:11,930 --> 00:13:20,200

열은 아시다시피 전도 대류 복사에 기반하여 전달되게 됩니다

Тепло, как известно, передается посредством кондукции, конвекции и термоизлучения.

101

00:13:20,200 --> 00:13:25,710

구조체 내에서는 기본적으로 전도를 통해서 열이 전달되는 것이 대부분이지만

В конструкциях тепло передаётся в основном за счёт кондукции,

102

00:13:25,710 --> 00:13:30,880

실제 가연물에서 구조체로 전달되는 것은 대류나 복사를 통해서 전달됩니다.

Передача же тепла от горючих материалов к конструкциям осуществляется посредством конвекции или термоизлучения.

103

00:13:30,880 --> 00:13:37,060

그 중에서도 가장 큰 영향을 미치는 것이 복사입니다

Из этих двух самое большое влияние имеет термоизлучение.

104

00:13:37,060 --> 00:13:46,020

실제로 수계산을 하든지 혹은 시뮬레이션을 통해서 모델링을 할 때도 그런 부분들을 잘 신경 써야 됩니다.

Поэтому именно в этих моментах требуется особая тщательность, когда вы выполняете реальные численные расчеты или применяете ситуационное моделирование.

105

00:13:46,020 --> 00:13:56,600

대류라든지 복사 조건은 어떻게 적용하는지, 표준 화재일 경우, 외부 화재일 경우에 따라 달라지고,

Результат будет меняться в зависимости от того, как вы применили условия конвекции или термоизлучения,

106

00:13:56,600 --> 00:14:00,690

혹은 탄화수소화재일 경우에 따라 달라질 수 있습니다

а также в зависимости от типа пожара: обычный, наружный или углеводородный.

107

00:14:00,690 --> 00:14:13,390

노출된 건축물 재료가 강재냐 콘크리트냐 혹은 다른 재료냐에 따라서 적용하는 방사율도 달라짐을 알 수 있습니다

Коэффициент излучения тоже варьируется в зависимости от того, какой конструкционный материал подвержен огню: сталь, бетон или какой-то другой.

108

00:14:13,390 --> 00:14:23,650

이제 가장 중요한 code & standard에서 내화구조설계를 어떻게 다루고 있는지를 말씀드리도록 하겠습니다

Теперь я расскажу вам, как в самых важных кодексах и стандартах рассматривается проектирование огнестойких конструкций.

109

00:14:23,650 --> 00:14:26,710

내화성능을 평가하는 방법을 먼저 말씀드리겠습니다

Сначала я познакомлю вас с методом оценки показателей огнестойкости.

110

00:14:26,710 --> 00:14:28,780

내화 성능을 평가하는 방법은

Метод оценки показателей огнестойкости, по сути, это проверка того,

111

00:14:28,780 --> 00:14:44,240

기본적으로 구조체가 가지고 있는 내화성능이 화재심각도 혹은 소요되는 내화성능을 상회하는지 검토하는 것입니다.

превышают ли показатели огнестойкости конструкции степень интенсивности пожара или требуемые показатели огнестойкости.

112

00:14:44,240 --> 00:14:52,340

내화성능이라는 것은 결과적으로 구조체가 무너지지 않도록 혹은 화재 확산을 방지할 수 있도록 하는 역할이고

В итоге огнестойкость выполняет роль предотвращения разрушения конструкции или распространения огня.

113

00:14:52,340 --> 00:15:04,690

화재 심각도라는 것은 결과적으로 구조체가 화재에 어느 정도로 크게 노출되고 있느냐를 뜻하는 것이 될 것입니다

При этом интенсивность пожара в результате будет означать в какой степени конструкция подвергается воздействию огня.

114

00:15:04,690 --> 00:15:10,910

이런 내화성능평가의 방법에는 세 가지 기준을 활용하게 됩니다

Для этого метода оценки огнестойкости используются три показателя.

115

00:15:10,910 --> 00:15:14,740

일반적으로 시간, 온도, 강도 기준을 활용하게 되는데

Как правило, это показатели времени, температуры и интенсивности.

116

00:15:14,740 --> 00:15:23,640

내화시간을 기준으로 평가를 하는 것이 아마 가장 간단하면서도 기본적인 방법이 되겠습니다

Оценка с учётом времени огнестойкости, вероятно, является самым простым и одновременно базовым методом.

117

00:15:23,640 --> 00:15:29,920

하지만 온도 혹은 강도 기준에서도 다양하게 평가할 수 있으며

Однако также огнестойкость можно оценивать и с точки зрения температуры или прочности.

118

00:15:29,920 --> 00:15:39,860

특히 성능기반 내화설계를 활용할 경우에는 강도, 온도, 시간 기준에 기반하여

В частности, именно при реализации проектирования огнестойкости на основе эксплутационных характеристик преимущество

119

00:15:39,860 --> 00:15:42,960

다양하게 접근할 수 있는 장점이 있습니다.

состоит в том, что можно использовать различные подходы с учётом показателей прочности, температуры и времени.

120

00:15:42,960 --> 00:15:49,740

아래쪽 표를 참고하시면 각각의 기준을 활용할 경우

Нижняя таблица хорошо отображает, как определить огнестойкость и интенсивность пожара

121

00:15:49,740 --> 00:15:59,830

내화성능과 화재심각도를 어떻게 정의해야 되는지 잘 설명되어 있습니다

с помощью применения каждого отдельного показателя.

122

00:15:59,830 --> 00:16:14,250

설계기준에서는 건축물의 일부 구획에 화재가 발생할 경우 다른 구획으로 화재가 전파되는 것을 막고

При возникновении пожара в одной противопожарной секции здания нормы проектирования устанавливают требования о предотвращении распространении огня на другие противопожарные секции,

123

00:16:14,250 --> 00:16:22,570

화재에 노출된 구조 부재들의 경우 붕괴되는 것을 막도록 요구하고 있습니다

а также о недопущении обрушения конструктивных элементов, подвергающихся воздействию огня.

124

00:16:22,570 --> 00:16:27,090

이런 code나 standard에서 요구하고 있는 화재성능은

Огнестойкие характеристики, требуемые кодексами или стандартами, отличаются в зависимости от типа конструкции.

125

00:16:27,090 --> 00:16:37,460

Construction type, 즉 시공 재료라든지 부재의 특성에 따라서 다르고 또 용도에 따라서 다르게 요구하고 있습니다.

Например, зависят от вида строительного материала, особенностей элементов конструкции или в зависимости от предназначения строительного объекта.

126

00:16:37,460 --> 00:16:47,430

용도의 경우 주거용 건물이냐 교육용 건물이냐 혹은 위험 수준이 높은 건물이냐 등을 따지게 되는데

Что касается предназначения объекта, требования к огнестойкости зависят от того, является ли это жилым или учебным зданием, или же зданием с высоким уровнем риска.

127

00:16:47,430 --> 00:16:56,260

IBC라든지 IFC를 비롯한 다양한 기준들에 잘 설명되어 있습니다

Это хорошо описано в различных стандартах, в том числе в Международном строительном кодексе (IBC) и в Международном кодексе пожаробезопасности (IFC).

128

00:16:56,260 --> 00:17:06,090

다만 약간의 차이가 있을 수가 있으니 오늘은 주로 IBC코드에서 나와있는 construction type을 기준으로 설명을 드리겠습니다

Однако возможны некоторые отклонения, поэтому сегодня я в основном буду объяснять на примере типа конструкции, отражённого в Международном строительном кодексе (IBC).

129

00:17:06,090 --> 00:17:15,300

IBC에서는 건축물의 타입에 따라서 허용하고 있는 높이나 면적이 다릅니다

В нём допустимые нормы: высота и площадь варьируются в зависимости от типа здания.

130

00:17:15,300 --> 00:17:29,490

이 표에서는 건축물의 타입에 따라, 1번부터 5번까지 총 다섯 가지 건물 타입에 따라서 제한하고 있는 높이를 나타내고 있습니다.

В этой таблице указаны ограничители высоты в зависимости от пяти типов зданий.

131

00:17:29,490 --> 00:17:44,260

그리고 이 페이지에서 상단에 보시는 표는 해당 건축물의 타입에 따라 어떻게 내화성능을 요구하고 있는지 입니다.

А в верхней таблице на этой странице показано, какие показатели огнестойкости требуются в зависимости от типа здания.

132

00:17:44,260 --> 00:17:51,020

가령 예를 들어서 주요 구조부 같은 경우에는 타입 1에서는 A일 경우 3시간, B일 경우 2시간이고,

Например, в случае крупных конструктивных элементов 1-го типа требуется 3 часа для А, и 2 часа для В.

133

00:17:51,020 --> 00:17:57,350

타입2 에서는 A일 경우 1시간, B일 경우에는 요구하지 않는다는 것을 의미합니다.

А для 2-го типа требуется 1 час для A, и отсутствие необходимости в огнестойкости для B.

134

00:17:57,350 --> 00:18:04,220

그런데 NFPA220 같은 경우에는 살짝 다른 방식으로 설명하고 있습니다

Однако в стандарте NFPA220 это объяснено несколько иначе.

135

00:18:04,220 --> 00:18:17,010

아래 표와 같이 IBC나 NFPA 혹은 기존의 UBC 라든지 BOCA에도 약간 다르게 설명되어 있는데

Как видно в таблице ниже, в кодексе IBC, стандарте NFPA, в унифицированном строительном кодексе UBC или в BOCA (архитектура объектных компонентов Borland) это описывается несколько по-другому.

136

00:18:17,010 --> 00:18:19,530

그 차이점을 이해하시면 좀 더 좋을 것 같습니다

Хорошо, если вы будете разбираться, в чём состоит разница.

137

00:18:19,530 --> 00:18:25,080

특히 NFPA 같은 경우 3자리 단위 숫자로 설명되어 있는데,

В частности, в Национальная комиссии по пожарной профилактике и борьбе с пожарами NFPA огнестойкость обозначается трехзначным числом:

138

00:18:25,080 --> 00:18:41,290

첫 번째 자리는 외벽, 두 번째 자리는 주요 구조부, 세 번째 자리는 바닥구조가 요구하고 있는 내화성능시간이 되겠습니다

Первая цифра означает внешнюю стену, вторая - основную конструтивную часть, а третья цифра — это время огнестойкости, требуемое конструкцией пола.

139

00:18:41,290 --> 00:19:00,460

다음으로 말씀드릴 내용은 code나 standard에서 기술된 다양한 방법들 중에서도 가장 흔히 알고 있는 표준화재실험에 의해 내화성능을 평가하는 방식입니다.

Далее я расскажу вам о наиболее известном методе оценки характеристик огнестойкости посредством стандартизированного теста. Он описан в кодексах и стандартах наряду с другими методами.

140

00:19:00,460 --> 00:19:10,890

많은 나라에서 이 방식을 활용해오고 있고 백 년이 넘는 시간 동안 표준화재곡선은 적용되고 있습니다

Многие страны используют этот метод уже давно, а стандартная кривая пожара применяется уже более ста лет.

141

00:19:10,890 --> 00:19:18,890

ASTM E119, NFPA, UL, ISO, BS에서도 유사한 표준화재곡선을 이용해

Американское общество по испытанию материалов (ASTM E119), Национальная комиссия по пожарной профилактике и борьбе с пожарами (NFPA), Независимый испытательный и сертификационный центр (UL), Международная организация по стандартизации (ISO) и Бюро стандартов США (BS).

142

00:19:18,890 --> 00:19:33,090

보와 기둥, 바닥, 벽체에 대해서 내화성능을 실험적으로 평가하고 내화성능을 인정받는 프로세스를 운영해왔습니다

На основе подобных стандартных кривых пожара уже долгое время управляют процессом, оценивающим характеристики огнестойкости балок, колонн, межэтажных перекрытий и стен опытным путём.

143

00:19:33,090 --> 00:19:44,610

다만 내화성능을 실험을 통해서 평가하는 방법은 부재 길이와 같은 여러 가지 실험 상 제약 조건의 한계를 따를 수밖에 없습니다

Единственное, у метода оценки характеристик огнестойкости опытным путём имеется ряд ограничений, обусловленных рамками эксперимента. Это касается, например, длины элементов.

144

00:19:44,610 --> 00:19:56,850

최근의 장스팬 구조와 같은 여러 가지 신기술을 적용하고 검증하기에는 약간 애로사항이 있는 상황입니다.

В последнее время наблюдаются некоторые сложности в применении и контроле новейших технологий, например, в случае много пролётных сооружений.

145

00:19:56,850 --> 00:20:00,810

두 번째로는 누적된 실험 결과들과 여러 가지 실무적인 경험들에 근거하여

К тому же, на основе имеющихся опытных данных и разносторонних практических наработок,

146

00:20:00,810 --> 00:20:13,560

설계기준에 사양적으로 제시되어 있는 피복 두께와 내화시간을 적용해서 내화설계를 하는 것입니다

проектирование огнестойкости осуществляется с учётом толщины покрытия и времени огнестойкости, указанных в стандартах проектирования в качестве технических характеристик.

147

00:20:13,560 --> 00:20:19,990

많은 설계기준들이 이런 방식들을 가장 기본적으로 다루고 있습니다

Многие нормы проектирования опираются на эти методы, как на самые базовые.

148

00:20:19,990 --> 00:20:28,430

하지만 이러한 사양 기준에 기반한 설계는 화재공학이라든지 구조설계를 다루는 설계자들에게

Однако проектирование, основанное на этих технических характеристиках, также имеет ограничение в том плане, что

149

00:20:28,430 --> 00:20:39,360

합리적이고 다양한 대안설계들을 수행할 수 있는 기반을 주지 않는다는데 한계점이 있기도 합니다

оно не обеспечивает необходимой базой для реализации рациональных и разнообразных альтернативных проектов проектировщиков, занимающихся пожаротехникой или проектированием строительных конструкций.

150

00:20:39,360 --> 00:21:02,670

IBC코드에는 기둥, 트러스, 혹은 보의 웨브 및 플랜지에 대해서 각각 어느 정도의 내화피복 두께가 필요한지 나와 있습니다. 각각 어느 정도의 내화피복 두께가 필요한지 나와 있습니다.

Международный строительный кодекс IBC определяет требуемую толщину противопожарного покрытия для каждой колонны, стропильной фермы, балочных стен и полок. Он показывает, какая толщина огнезащитного покрытия требуется для каждого элемента.

151

00:21:02,670 --> 00:21:10,160

그리고 내화피복 두께에 따라서 1시간부터 4시간까지 내화성능을 발휘하게 됩니다

И в зависимости от толщины огнезащитного покрытия показатели огнестойкости действуют от 1 до 4 часов.

152

00:21:10,160 --> 00:21:23,140

두 번째로 IBC에서는 내화성능을 직접 수계산할 수 있는 방법도 포함되어 있습니다

Международный строительный кодекс IBC также содержит метод прямого расчета характеристик огнестойкости.

153

00:21:23,140 --> 00:21:45,390

콘크리트 바닥 혹은 지붕 슬라브의 경우에는 구속 조건이냐 구속하지 않는 조건이냐에 따라서 바로 내화성능을 규정하고 있고

В случае плиты бетонного перекрытия или кровельной плиты показатели огнестойкости напрямую зависят от того, являются плиты защемленными или нет.

154

00:21:45,390 --> 00:21:58,180

강구조나 합성구조의 경우에는 단면계수에 따라서,

Что касается стальной или композитной конструкции, огнестойкость зависит от модуля сопротивления сечения,

155

00:21:58,180 --> 00:22:05,430

즉, 내화구조의 단면적 대비 어느 정도로 화제에 노출되어 있느냐에 따라서 내화성능이 결정됩니다.

То есть показатели огнестойкости определяются по степени воздействия огня на объект в сравнении с площадью поперечного сечения огнестойкой конструкции.

156

00:22:05,430 --> 00:22:10,960

단면적 대비 화재에 노출되어 있는 면적이 많을수록 화재에 취약하고,

Чем больше площадь, подверженная воздействию огня, по сравнению с площадью поперечного сечения, тем огнестойкость ниже.

157

00:22:10,960 --> 00:22:20,370

단면적 대비 화재에 노출되어 있는 면적이 작으면 내화성능이 높을 것입니다

Если же площадь, подверженная воздействию огня, меньше площади поперечного сечения, огнестойкость будет высокой.

158

00:22:20,370 --> 00:22:27,480

이런 내화설계 변수들을 고려한 여러 가지 내화성능평가를 실험 조건의 제한이 있기 때문에 모두 실험적으로 할 수는 없습니다.

В некоторых случаях произвести оценку характеристик огнестойкости опытным путём с учетом этих переменных огнестойкого проектирования невозможно из-за существующих рамок эксперимента.

159

00:22:27,480 --> 00:22:41,700

기존 결과를 바탕으로 단면이라든지 피복 두께가 바뀌었을 때 어떻게 적용할 수 있는지 계산할 수 있도록 IBC는 대안들을 제시하고 있는 것입니다

Исходя из имеющихся данных Международный строительный кодекс IBC предлагает альтернативы для расчёта и применения огнестойкости в случае изменении поперечного сечения или толщины покрытия.

160

00:22:41,700 --> 00:22:47,620

다음으로 유로코드에서 어떻게 강도 기준으로 설계를 하고 있는지 말씀드리기에 앞서서

Далее, прежде чем рассказать, как Еврокод проектирует на основе критериев прочности,

161

00:22:47,620 --> 00:22:56,530

먼저 화재 조건에서의 구조설계에 대해서 상온설계를 확장시킨다는 관점에서 한번 설명하겠습니다

Я хочу представить проектирование строительных конструкций в условиях пожара с точки зрения расширения понятия проектирования в условиях комнатной температуры.

162

00:22:56,530 --> 00:23:04,880

화재에 노출됐을 때 구조물을 설계하는 것은 실제 상온에서의 설계와 다르지 않습니다

Проектирование конструкции в условиях пожара ничем не отличается от проектирования при комнатной температуре.

163

00:23:04,880 --> 00:23:18,350

단지 상온설계와 다른 여러 가지 조건들, 예를 들어 하중이 절감됐다든지, 부재의 열팽창이 있다든지, 혹은 재료 강도가 변한다든지, 단면이 바뀐다든지,

И несмотря на то, что имеются некоторые отличия от проектирования в условиях комнатной температуры, например, снижение нагрузки, тепловое расширение элементов или изменения в прочности материала и поперечном сечении,

164

00:23:18,350 --> 00:23:28,970

그러한 여러 가지 이슈들을 포함하는 복합적인 관점에서 어떻게 설계할 것이냐가 문제인 것일 뿐,

вопрос лишь в том, как проектировать с учётом комплекса всех этих факторов.

165

00:23:28,970 --> 00:23:32,060

철학적으로는 상온설계가 크게 다르지 않습니다.

Теоретически же, проектирование при комнатной температуре мало чем отличается.

166

00:23:32,060 --> 00:23:40,780

다만 이런 절차에 있어서 수계산으로 설계하는 것은 복합적인 어려움이 있기 때문에

Единственное, что этот процесс проектирования осложнён комплексностью расчётов.

167

00:23:40,780 --> 00:23:46,590

최근에는 컴퓨터 소프트웨어를 이용한 방법들을 많이 사용하고 있습니다

Поэтому в последнее время задействовано множество методов с использованием компьютерных программ.

168

00:23:46,590 --> 00:23:55,760

기본적으로 내화구조설계를 할 때는 구조 재료의 열적, 구조적 물성변화를 잘 알고 있어야 합니다.

Прежде всего, при проектировании огнестойкой конструкции необходимо хорошо знать переменные тепловых и структурных свойств материалов.

169

00:23:55,760 --> 00:24:06,890

열팽창, 열용량, 열전도도, 밀도와 같은 열적 물성들도 구조 성능에 영향을 미치게 됩니다

Тепловые свойства, такие как тепловое расширение, теплоемкость, теплопроводность и плотность также влияют на характеристики конструкции.

170

00:24:06,890 --> 00:24:15,180

재료의 항복강도와 강성도 고온이 되면 저하되게 됩니다.

Предел текучести и жесткость материала также снижаются при высокой температуре.

171

00:24:15,180 --> 00:24:26,990

아래쪽 그림 같은 경우에는 강재와 콘크리트의 온도 대비 항복강도와 강성 변화를 나타낸 것인데

На рисунке внизу показано изменение предела текучести и жесткости в зависимости от температуры стали и бетона.

172

00:24:26,990 --> 00:24:36,370

400도, 500도, 600도에 도달하게 되면 점점 떨어지는 수준이 높아져감을 알 수 있습니다

При достижении 400, 500 и 600 градусов видно, что уровень падения постепенно увеличивается.

173

00:24:36,370 --> 00:24:44,440

EUROCODE2에서는 콘크리트구조의 내화설계를 다루고 있는데 두 가지 방법을 제시하고 있습니다

Еврокод 2 предлагает два метода расчета огнестойкости бетонных конструкций.

174

00:24:44,440 --> 00:24:49,360

두 가지 방법은 결과적으로 고온에서의 단면감소라는 개념을 이용하는 것인데

В итоге оба метода используют концепцию уменьшения поперечного сечения при высоких температурах.

175

00:24:49,360 --> 00:24:54,640

첫 번째 500도 등온선법과 두 번째 zone method가 있습니다.

Первый метод – изотермический (до 500 градусов), второй – зональный.

176

00:24:54,640 --> 00:24:59,730

500도 등온선법이 조금 더 활용하기 쉬우며,

Изотермический метод более прост в использовании,

177

00:24:59,730 --> 00:25:07,830

이 방법은 500도를 초과한 영역에 대해서는 강도 기여분을 인정하지 않는 것입니다

Однако не принимает в расчёт увеличение прочности в условиях, где температура превышает 500 градусов.

178

00:25:07,830 --> 00:25:19,530

어떻게 보면 강도를 발휘할 수 있는 단면적이 줄어들었다고 가정하고 구조성능을 계산하는 것이 500도 등온선법이 되겠습니다

В некотором смысле предполагается, что площадь поперечного сечения, которая может проявлять прочность, уменьшилась, и поэтому характеристики конструкции рассчитывают этим изотермическим методом.

179

00:25:19,530 --> 00:25:32,270

zone method의 경우에는 화재손상을 받은 단면을 여러 개로 분할한 다음 각각의 강도 기여도를 평가하여 적용하는 방식입니다.

В случае зонального метода поперечное сечение, поврежденное огнем, делится на несколько зон, после чего оценивается вклад прочности каждого элемента.

180

00:25:32,270 --> 00:25:36,330

EUROCODE 3은 강구조 건물에 대한 것입니다

ЕВРОКОД 3 предназначен для зданий со стальными конструкциями.

181

00:25:36,330 --> 00:25:51,950

강구조 건물에 대한 설계의 경우 합성이 아닌 단순 강구조로 설계할 때는 실제로 강재의 온도 차이가 그렇게 크지 않기 때문에

Что касается проектирования здания из стальных конструкций, не композитных, а просто стальных, на деле разница температур стальных материалов не так велика.

182

00:25:51,950 --> 00:25:57,970

상온설계의 개념을 그대로 가져와서 고온 물성만을 적절히 반영해서 설계하면 됩니다.

Поэтому можно воспользоваться концепцией проектирования при комнатной температуре без изменений, лишь отразив соответствующим образом высокотемпературные свойства.

183

00:25:57,970 --> 00:26:10,760

여기서는 그보다는 개념적으로 어려운 EUROCODE 4에 나와있는 합성구조설계에 대해서 설명하도록 하겠습니다

Здесь я хочу пояснить концептуально сложное для понимания композитное проектирование, отражённое в Еврокоде 4.

184

00:26:10,760 --> 00:26:14,790

EUROCODE 4에도 단순설계법이라고 나와 있습니다

Еврокод 4 также указывает, что это простой метод проектирования.

185

00:26:14,790 --> 00:26:19,800

사실 이 절차도 왼쪽 아래 순서도와 같이 상온설계절차와 유사합니다

Фактически, эта процедура аналогична процедуре расчета при комнатной температуре, как показано на блок-схеме ниже слева.

186

00:26:19,800 --> 00:26:25,850

단, 오른쪽 아래에 있는 그림과 같이 고온에서 유효좌굴길이를 산정할 때

Однако при расчёте эффективной длины продольного изгиба при высоких температурах, как показано на нижнем правом рисунке,

187

00:26:25,850 --> 00:26:32,100

상온과는 다르게 건축물의 중간 부분에서는 전체 길이의 반 정도,

В случае проектирования самой высокой колонны под крышей примерно на середине общей длины здания,

188

00:26:32,100 --> 00:26:38,610

지붕 아래에 있는 최고층의 기둥을 설계하는 경우에는

в отличие от комнатной температуры,

189

00:26:38,610 --> 00:26:46,690

기둥 길이의 0.7배 정도를 유효좌굴길이로 고려해서 설계하게 됩니다

эффективную длину продольного изгиба определяют из учёта 0,7-кратной длины колонны.

190

00:26:46,690 --> 00:26:54,700

그리고 EUROCODE에서 기둥부재 설계할 때 활용하는 강도곡선에 있어서도

Что касается проектирования стрежня колонны, в отличие от комнатной температуры,

191

00:26:54,700 --> 00:27:04,050

상온에 비해 조금 다른 곡선을 이용하기도 합니다

В Еврокоде используется несколько иная кривая прочности.

192

00:27:04,050 --> 00:27:11,530

마지막 장에서는 최근에 좀 더 활용되고 있는 고급 내화구조설계에 대한 설명을 하도록 하겠습니다

В последней части я расскажу о высокоэффективном проектировании огнестойких конструкций, которое в последнее время задействуется всё больше и больше.

193

00:27:11,530 --> 00:27:18,060

흔히 우리가 성능기반 내화설계라고 말하고 있는 설계법은

Способ проектирования, который мы часто называем проектированием огнестойких конструкций на основе эксплутационных характеристик,

194

00:27:18,060 --> 00:27:31,100

초반에 말씀드렸다시피 사양기반 설계의 단점을 극복하기 위해 출발하게 됐습니다

как я уже упоминал выше, стал применяться с целью восполнить недостатки проектирования на основе спецификаций.

195

00:27:31,100 --> 00:27:42,700

먼저 실제 화재성상과 사양기반 설계에서 전제하고 있는 화재성상이 다르다는 점,

Предпосылками появления этого метода послужил, во-первых, тот факт, что реальные показатели пожарной опасности и те, что предполагаются проектом на основе спецификаций, отличаются;

196

00:27:42,700 --> 00:27:54,580

두 번째 사양기반 설계를 적용했을 경우에는 건축물의 안전성이라든지 건전성이 실제 어느 정도인지 파악하기가 힘들다는 점이 출발 배경이 되었습니다

и во-вторых, тот факт, что при реализации проекта на основе спецификаций, трудно определить фактический уровень безопасности или надежности здания.

197

00:27:54,580 --> 00:28:00,540

많은 나라에서 성능기반 내화설계의 적용을 확대하고 있습니다

Многие страны расширяют область применения проектирования огнестойкости на основе экплутационных характеристик.

198

00:28:00,540 --> 00:28:03,970

성능기반 내화설계에서는 다양한 계산 방식과 설계도구들이 활용되고 있으며,

При проектировании огнестойкости на основе эксплутационных характеристик используются различные методы расчета и инструменты проектирования.

199

00:28:03,970 --> 00:28:15,420

실제 화재거동이라든지 실제 구조물이 가지고 있는 고온에서의 강건성을 개선하도록 할 수 있고,

Преимущество этого метода заключается в том, что становится возможным улучшить реальную динамику пожара и реальную устойчивость конструкций к высоким температурам.

200

00:28:15,420 --> 00:28:24,360

설계자로 하여금 다양한 구조설계전략을 세울 수도 있고 다양한 화재안전 전략을 세울 수 있다는 장점이 있습니다

А также он позволяет проектировщикам разрабатывать различные стратегии структурного проектирования и стратегии пожарной безопасности.

201

00:28:24,360 --> 00:28:35,280

만약 기존 사양기반 설계에서 내화성능을 구현하기 위한 비용이 많이 요구될 경우에는

Если в существующем проектировании, основанном на спецификациях, потребуются большие затраты на реализацию огнестойкости,

202

00:28:35,280 --> 00:28:39,380

성능기반 설계를 통해서 그 비용을 절약하는 경우도 있을 수 있습니다.

то в ряде случаев затраты можно сократить за счет проектирования на основе эксплутационных характеристик

203

00:28:39,380 --> 00:28:53,410

마지막으로는 성능기반 내화설계의 경우 다양한 재난 상황이 동시다발적으로 닥쳐올 때에 대한 성능평가도 용이하게 수행할 수 있다는 장점이 있습니다

И, наконец, проектирование огнестойкости на основе эксплутационных характеристик обладает тем преимуществом, что позволяет с лёгкостью выполнять оценку эксплуатационных показателей при одновременном возникновении различных аварийных ситуаций.

204

00:28:53,410 --> 00:29:05,980

하지만 이런 장점에도 불구하고 아직까지는 보편적으로 활용되기는 힘든 수준임을 상기하시면 좋겠습니다

Однако, не смотря на эти достоинства, следует помнить, что, универсально его применять все же сложно.

205

00:29:05,980 --> 00:29:18,030

성능기반 설계에서는 어떠한 성능목표와 성능요구수준을 달성할고자 하느냐를 구체적으로 명시하게 됩니다

В проектировании на основе эксплутационных характеристик подробно указывается, какие цели и требования эксплуатационных характеристик должны быть достигнуты.

206

00:29:18,030 --> 00:29:23,280

그래서 성능요구수준에 어떻게 부합하게 할지를 결정하고,

Таким образом, нужно определить, каким образом удовлетворить требования эксплуатационных характеристик, и в отличие от существующего проектирования на основе спецификаций,

207

00:29:23,280 --> 00:29:43,440

그 방법에 따라서 기존의 사양기반 설계와는 다르게 여러 가지 화재조건, 재료 물성, 구획조건들을 설계과정에서 활용하게 됩니다.

В зависимости от способа в процессе проектирования могут применяться различные условия пожара огня, свойства материалов и условия противопожарного отсека.

208

00:29:43,440 --> 00:29:59,980

성능기반 설계를 구현할 때는 여러 가지 절차가 복잡하기 때문에 전체적인 절차를 준수하는 명확한 보고서의 작성이 중요할 수 있습니다

При реализации проектирования на основе эксплуатационных характеристик из-за сложности методики выполнения, важно иметь четкий отчет по реализации общего процесса.

209

00:29:59,980 --> 00:30:21,260

특히 설계자가 의도한 성능목표라든지 성능기준을 제3자 검토 등을 통해서 체크할 필요가 있습니다

В частности, посредством независимой инспекции необходимо проверить цели и стандарты эксплутационных характеристик, намеченные разработчиком,

210

00:30:21,260 --> 00:30:30,220

이러한 절차를 좀 더 말씀드리면, 실질적으로 설계 단계에서 성능기반 설계의 장점이 명확할 경우에는

По поводу этого я хочу пояснить. Если преимущества проектирования на основе эксплуатационных характеристик реально очевидны на этапе проектирования,

211

00:30:30,220 --> 00:30:38,460

반복설계과정을 통해서 설계요구수준을 부합할 때까지 반복 검토하게 됩니다.

то посредством итеративного проектирования необходимо повторять анализ до тех пор, пока не будет достигнут уровень проектных требований.

212

00:30:38,460 --> 00:30:43,210

그렇지 않을 경우, 즉, 성능기반 설계의 장점이 없는 경우에는

В противном случае, то есть, если преимуществ проектирования на основе эксплуатационных характеристик не наблюдается,

213

00:30:43,210 --> 00:30:49,520

당연히 사양기반 설계를 제공하는 것이 좀 더 장점이 있을 것입니다

Тогда, безусловно, предоставление проекта на основе спецификаций будет предпочтительным.

214

00:30:49,520 --> 00:30:54,640

이런 본격적인 성능기반 설계를 수행할 때는

При реализации такого полномасштабного проектирования на основе эксплутационных характеристик,

215

00:30:54,640 --> 00:31:05,350

화재거동, 열적 응답, 구조적 응답에 대해서 사양기반 설계에서는 다루지 않는 여러 가지 방법을 활용하게 됩니다

для определения динамики пожара, термического и структурного отклика конструкции используются различные методы, не предусмотренные проектированием на основе спецификаций.

216

00:31:05,350 --> 00:31:13,550

화재에 있어서는 자연화재를 적용할 수도 있고 zone모델이나 CFD를 활용할 수도 있습니다

Что касается пожаров, можно применять технику естественного пожара, зональную модель или газодинамический расчёт CFD.

217

00:31:13,550 --> 00:31:22,470

열적 거동을 추적할 경우에는 기존 실험결과 뿐만 아니라 간단한 수계산 방법이라든지 복잡한 열전달 모형도 활용할 수도 있으며,

В случае отслеживания тепловой динамики можно использовать не только имеющиеся опытные данные, но и простые методы числового расчета или сложные модели теплопередачи.

218

00:31:22,470 --> 00:31:32,170

구조 해석을 할 경우에도 member 수준 뿐만 아니라 assembly 수준이나 전체 구조물 수준에 대해서도 평가할 수 있게 됩니다

При выполнении структурного анализа также можно оценить не только уровень элементов, но также уровень сборки или уровень всей конструкции.

219

00:31:32,170 --> 00:31:44,770

먼저 열적인 부분의 평가방법은 수준에 따라 단계가 4개 정도로 나뉘어져 있습니다

Для начала, метод оценки теплового режима делится примерно на 4 этапа в зависимости от уровня.

220

00:31:44,770 --> 00:31:55,010

표준화재를 사용할 경우, 등가화재를 쓰는 경우, 변수화재를 쓰는 경우, 혹은 그보다 더 고급화된 모델을 활용할 경우

Так при использовании модели обычного пожара, эквивалентного пожара, переменного пожара или более продвинутых моделей,

221

00:31:55,010 --> 00:32:01,450

즉, 왼쪽 그림에서 보듯이 등가화재로 치환하는 방법을 적용할 수도 있고

может быть применен метод постановки эквивалентного пожара, как показано на рисунке слева.

222

00:32:01,450 --> 00:32:14,810

오른쪽 그림과 같이 화재의 쇠퇴기까지 포함하는 화재모형을 적용할 수도 있습니다

Как показано на рисунке справа, также возможно применение модели пожара, включающей период спада.

223

00:32:14,810 --> 00:32:26,730

열전달 정보를 얻고자 할 때는 설계용 차트를 이용하거나 실험결과를 이용할 때

Когда нужна информация о теплопередаче, можно воспользоваться расчетными схемами проектирования, когда же используются опытные данные

224

00:32:26,730 --> 00:32:39,020

혹은 간단한 열전달 계산법을 이용할 때, 혹은 복잡한 시뮬레이션 도구를 이용할 때의 장단점이나 입력 변수, 설계 도구들을 나타내고 있습니다

или простой метод расчета теплопередачи, либо же сложные средства моделирования, то программа показывает преимущества и недостатки, входные параметры и средства проектирования.

225

00:32:39,020 --> 00:32:51,410

이 페이지에서는 열전달을 바탕으로 구조해석을 수행하는 단계에서의 옵션을 보여주고 있습니다.

На этой странице показаны дополнительные средства на этапе выполнения анализа конструкции с учётом теплопередачи.

226

00:32:51,410 --> 00:33:04,850

표나 실험결과를 이용하는 간단한 방법에서부터, 간단한 수식을 이용하는 중간 단계의 방법, 마지막으로 해석 시뮬레이션을 이용한 복잡한 방법들에 대해서

Это послужит краткой иллюстрацией того, какие переменные вводятся, как изменяется точность, и какие инструменты проектирования доступны, в зависимости от методов.

227

00:33:04,850 --> 00:33:11,650

어떤 변수들이 들어가는지, 정확도는 어떻게 달라지는지, 설계 도구들은 무엇을 이용할 수 있는지에 대해서

Так простые методы используют таблицы или опытные данные; промежуточные методы основаны на простых формулах,

228

00:33:11,650 --> 00:33:16,430

간략하게 설명하는 내용이 되겠습니다

а сложные методы используют аналитическое моделирование.

229

00:33:16,430 --> 00:33:22,320

이런 성능기반 설계의 가장 큰 장점은 단일 부재 혹은 특정 부재가 아니라

Самым большим преимуществом этого объектно-ориентированного проектирования, является то, что оно анализирует не какие-то одиночные конкретные элементы,

230

00:33:22,320 --> 00:33:29,320

일부 구조체라든지 혹은 전체 구조물에 대해서 해석할 수 있다는 장점이 있습니다

а может проанализировать отдельные структуры или всю структуру в целом.

231

00:33:29,320 --> 00:33:36,880

그 과정에서 고급해석모델을 쓸 수밖에 없는 상황이며,

И если в этом процессе нет другого выбора, кроме как использовать усовершенствованную аналитическую модель,

232

00:33:36,880 --> 00:33:46,670

특정 목적을 가진 혹은 상업용의 해석도구들이 많이 나와 있긴 합니다만,

несмотря на наличие множества инструментов анализа, нацеленных на определённые задачи или коммерческие нужды,

233

00:33:46,670 --> 00:33:55,720

화재공학 엔지니어들과 구조공학 엔지니어들이 그런 프로그램들을 활용할 때에는

я твёрдо убеждён, что при использовании такой программы пожарными инженерами и инженерами-строителями,

234

00:33:55,720 --> 00:34:15,220

프로그램의 특성과 내포하고 있는 한계점을 정확하게 알고 활용하는 것이 반드시 필요하다고 생각됩니다

Им необходимо точно знать её особенности и ограничения.

235

00:34:15,220 --> 00:34:26,540

그동안 실무에서 활용하기 쉽지 않았지만 열해석과 구조해석을 이용한 다양한 화재해석 방법들은

Раньше осуществить это на практике было нелегко, но впредь различные методы расчета пожара с использованием теплового анализа и анализа конструкций

236

00:34:26,540 --> 00:34:33,760

기존의 사양기반 설계에 비해서 구조체의 다양한 응답들을 표현할 수 있는 장점들이 있기 때문에

будут использоваться более активно, поскольку имеют ряд преимуществ в отображении разнообразных откликов конструкции

237

00:34:33,760 --> 00:34:36,160

앞으로는 보다 적극적으로 활용될 것으로 기대됩니다.

по сравнению с существующим проектированием на основе спецификаций.

238

00:34:36,160 --> 00:34:42,610

지금까지 내용을 요약해보겠습니다

Давайте подведем итоги вышесказанного.

239

00:34:42,610 --> 00:34:52,140

화재구조공학. 화재라는 것은 인명 손실과 재산 손실이 발생할 수 있는 아주 심각한 재난입니다.

Противопожарная инженерия. Пожар – это очень серьезное бедствие, которое может привести к гибели людей и имущественным потерям.

240

00:34:52,140 --> 00:34:57,780

Purkiss의 책에는 이런 언급이 있습니다.

В книге Пуркисса (Purkiss J.A) упоминается следующее:

241

00:34:57,780 --> 00:35:15,380

결국 화재구조공학이라는 것은 생명 손실을 줄이고 재산 손실을 줄이는 목적을 달성할 수 있도록 하는 방법이라는 것입니다.

«В итоге, противопожарная структурная инженерия — это способ достижения цели по сокращению человеческих жертв и уменьшению материального ущерба».

242

00:35:15,380 --> 00:35:25,200

이번 내용에서는 code나 standard에 나와 있는 내화구조설계 방법들에 대해서 리뷰했었습니다

В сегодняшнем материале мы рассмотрели методы проектирования огнестойких конструкций, отражённые в кодексах и стандартах.

243

00:35:25,200 --> 00:35:33,310

시간, 온도, 강도 기준에 따라서 어떻게 평가를 할 수 있는지,

Мы смогли убедиться, как можно производить оценку на основе критериев времени, температуры и интенсивности;

244

00:35:33,310 --> 00:35:40,940

구조물의 용도 혹은 형식에 따라서 내화구조에 대한 요건들은 어떻게 바뀌는지,

как требования к огнестойким конструкциям изменяются в зависимости от предназначения и типа конструкции;

245

00:35:40,940 --> 00:35:50,570

IBC에서 사양기반 방법 혹은 계산에 의한 방법들을 어떻게 제시하고 있는지를 확인하였습니다

А также посмотрели, как в Международном строительном кодексе IBC представлены методы на основе спецификаций. или расчётные методы.

246

00:35:50,570 --> 00:35:54,450

그리고 EUROCODE의 2부터 4까지,

Ещё мы вкратце ознакомились, как в Еврокодах (со 2-го по 4-ый) представлен простой метод расчёта для бетонных, стальных и композитных конструкций,

247

00:35:54,450 --> 00:36:12,220

즉, 콘크리트, 철골, 합성구조에 대해서 상온설계 개념을 확장한 simple calculation method를 어떻게 제시하고 있는지 간략하게 확인하였습니다

который расширяет концепцию проектирования в условиях комнатной температуры.

248

00:36:12,220 --> 00:36:22,110

마지막으로는 advanced structural fire design과 관련하여 향후의 내화구조설계는 어떤 방향으로 접근하고 있는지 확인했습니다.

Напоследок, мы смогли убедиться, в каком направлении движется проектирование огнестойких конструкций в связи с прогрессивным строительным противопожарным проектированием.

249

00:36:22,110 --> 00:36:28,900

기존의 사양기반 설계법들이 어떤 단점을 가지고 있었는지,

Мы рассмотрели, какие недостатки имели существующие методы проектирования на основе спецификаций;

250

00:36:28,900 --> 00:36:38,620

최근 여러 국가에서 적극적으로 추진하고 있는 성능기반 내화구조설계는 어떤 장점이 있고 어떤 절차가 수행되는지,

и какие имеются преимущества и методика реализации проектирования огнестойких конструкций на основе эксплуатационных характеристик, которое в последнее время так активно внедряется в разных странах,

251

00:36:38,620 --> 00:36:46,550

열응답이나 구조응답을 얻기 위한 해석을 수행할 때는 어떤 옵션이 있는지 살펴본 바 있습니다

а также какие дополнительные средства существуют при выполнении анализа для получения теплового или структурного отклика.

252

00:36:46,550 --> 00:36:59,370

또한 전체 구조물의 해석을 수행할 때는 소프트웨어들은 어떻게 활용할 수 있는지를 살펴보았습니다

Кроме того, мы рассмотрели, как можно использовать программное обеспечение при выполнении анализа всей конструкции.

253

00:36:59,370 --> 00:37:06,610

좀 더 다양한 내용들에 대해서 깊이 있게 살펴보고 싶으시다면

Если вы хотите более подробно ознакомиться с данной информацией,

254

00:37:06,610 --> 00:37:16,460

미국이나 유럽 혹은 국제적으로 통용되는 다양한 설계 기준을 참고할 수 있습니다

можно обратиться к разнообразным стандартам проектирования, принятым в США, Европе или на международном уровне.

255

00:37:16,460 --> 00:37:24,950

ACI, AISC, ASCE 등의 기준에는 콘크리트구조나 강구조에 대한 내화설계 내용이 잘 담겨 있고

В стандартах ACI(Американский институт бетона), AISC(Американский институт стальных конструкций) и ASCE(Американское общество инженеров-строителей) хорошо освещены данные по проектированию огнестойкости бетонных и стальных конструкций.

256

00:37:24,950 --> 00:37:34,680

EUROCODE에도 콘크리트, 철골, 합성구조의 내화설계가 잘 설명되어 있습니다

В Еврокоде тоже хорошо объясняется расчет проектирование огнестойкости бетонных, стальных и композитных конструкций.

257

00:37:34,680 --> 00:37:43,740

IBC에는 사양기반 설계라든지 계산에 의한 설계 방법들이 잘 정리되어 있습니다

Международный строительный кодекс IBC хорошо упорядочил методы проектирования, основанные на спецификациях и расчетах.

258

00:37:43,740 --> 00:37:49,720

ISO라든지 다른 기준에서도 관련된 내용들이 잘 설명되어 있으니 꼭 참고하시면 좋겠습니다

Международная организация по стандартизации (ISO) и другие стандарты также хорошо объясняют соответствующий материал, поэтому можете воспользоваться их данными.

259

00:37:49,720 --> 00:37:54,730

그리고 선도 연구자들이 집필한 좋은 참고도서들이 있습니다

Также есть хорошие справочники, написанные ведущими исследователями.

260

00:37:54,730 --> 00:37:58,690

Buchanan이나 Wang 등이 출판한 좋은 참고도서들이 있으니까

Например, справочники, изданные Бьюкененом, Вангом и др..

261

00:37:58,690 --> 00:38:09,490

심화 내용을 확인하고 싶으신 경우에는 관련 도서를 꼭 한번 필독해 주셨으면 하는 바램입니다.

Если вы хотите углубиться в эту тему, я настоятельно рекомендую вам к обязательному прочтению эту литературу.

262

00:38:09,490 --> 00:38:16,920

이상으로 건축물의 내화구조설계에 대한 강의를 마치도록 하겠습니다

На этом лекция о проектировании огнестойких конструкций зданий подошла к концу.

263

00:38:16,920 --> 00:38:21,170

많은 도움이 될 수 있기를 기대하겠습니다. 감사합니다

Надеюсь, материал будет полезен для вас. Благодарю за внимание.