

1. TÍNH TOÁN KIỂM TRA VỠNG

a. LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN

- Sự xuất hiện của vết nứt trong bê tông khi chịu lực, dẫn tới giảm độ cứng tiết diện và làm tăng độ võng
- Sự làm việc dài hạn của kết cấu BTCT, cần xét tới các yếu tố từ biến và co ngót cũng như tác dụng dài hạn của các loại tải trọng. Theo TCXDVN 356-2005, độ võng toàn phần f được tính như sau:

$$f = f_1 - f_2 + f_3$$

Trong đó:

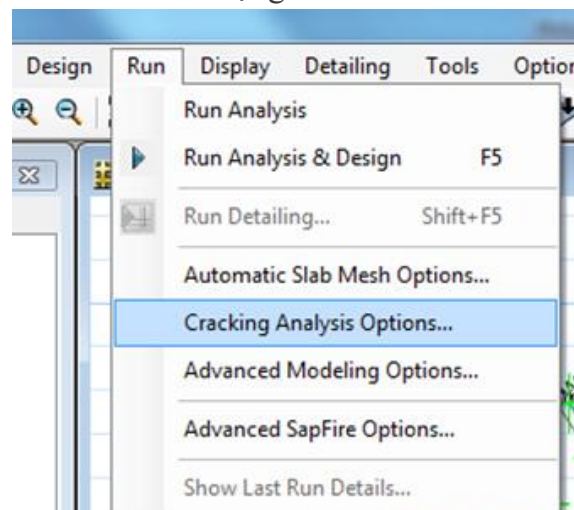
- + f_1 : độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng
- + f_2 : độ võng do tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn
- + f_3 : độ võng do tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn

Với kết cấu sàn làm việc theo hai phương, việc tính võng chỉ tiện trong thực hành khi dùng phương pháp PTHH có kể đến các yếu tố trên khi tính biến dạng. Dùng chương trình SAFE 12.x để tính toán độ võng trong thiết kế công trình là phù hợp với sự làm việc thực tế của công trình.

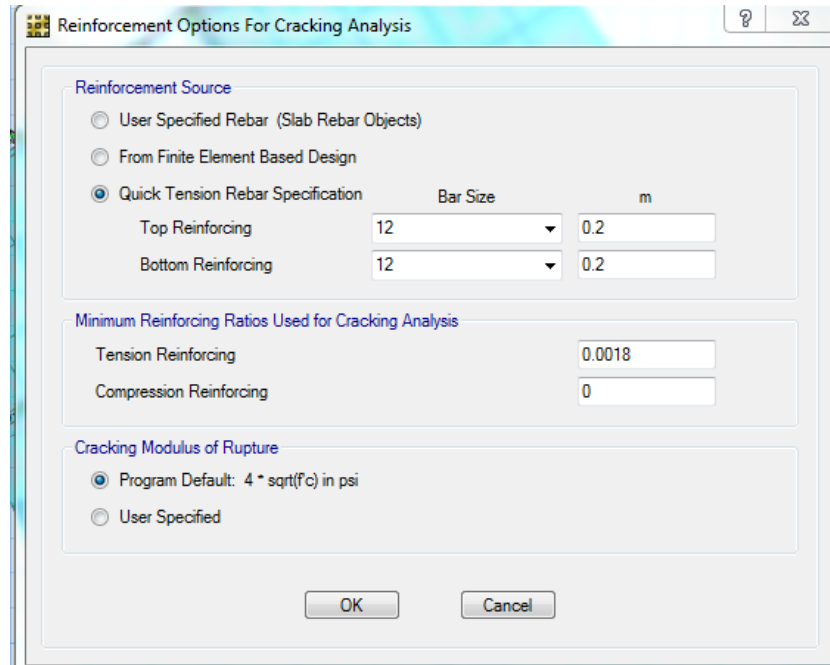
- Tải trọng: để tính toán võng thông thường đưa vào các trường hợp tải sau:
 - + DEAD: chỉ kể đến trọng lượng bản thân (Self Weight Multiplier = 1)
 - + SDEAD: trọng lượng các lớp hoàn thiện sàn (Superimpose), và tải trọng phụ thêm.
 - + LIVE: hoạt tải tác dụng lên sàn. Theo TCVN 2737-1995, hoạt tải cũng có thành phần tác dụng dài hạn, thường chiếm 20%-30% giá trị của hoạt tải toàn phần. Để thuận tiện và đơn giản hóa việc khai báo tải trọng vào chương trình ta dùng hệ số 0.3 cho thành phần dài hạn của hoạt tải.

b. CÁC BƯỚC KHAI BÁO TRONG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN SAFE v12.3.0

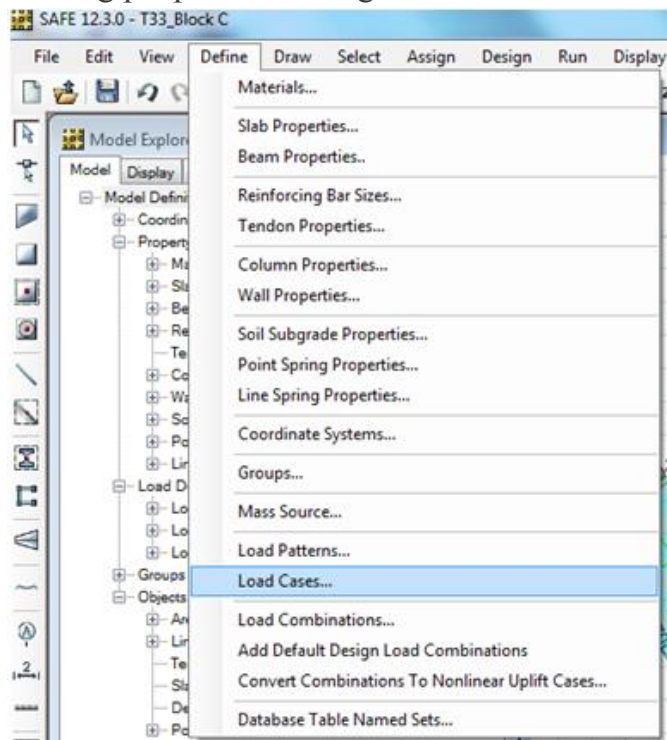
- Mô hình sử dụng cùng các đặc trưng hình học, vật liệu và tải trọng
- Kể đến tác dụng của vết nứt: Crac king Analysis Options: Quick Tension



Rebar Specification: Cốt thép bố trí theo thiết kế



- Phương pháp tính độ cứng sau khi nứt Modulus of Rupture.



Kể đến tác dụng dài hạn: dùng hai đặc trưng là Creep Coefficient (CR) cho từ biến và Shrinkage Strain (SH) cho co ngót. Theo tiêu chuẩn Eurocode 2 với các điều kiện: thời gian dài hạn, nhiệt độ và độ ẩm môi trường theo điều kiện Việt Nam, tính ra: CR=1.7 và SH=0.0003

Analysis Type

Linear
 Nonlinear (Allow Uplift)
 Nonlinear (Cracked)
 Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient

Shrinkage Strain

- Các tổ hợp tính võng: define trong Load Cases
 $+ f1 = 1*DEAD+1*SDEAD+1*LIVE$
 (độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng)

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name:

Load Case Type:

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
 Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type

Linear
 Nonlinear (Allow Uplift)
 Nonlinear (Cracked)
 Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient

Shrinkage Strain

Loads Applied

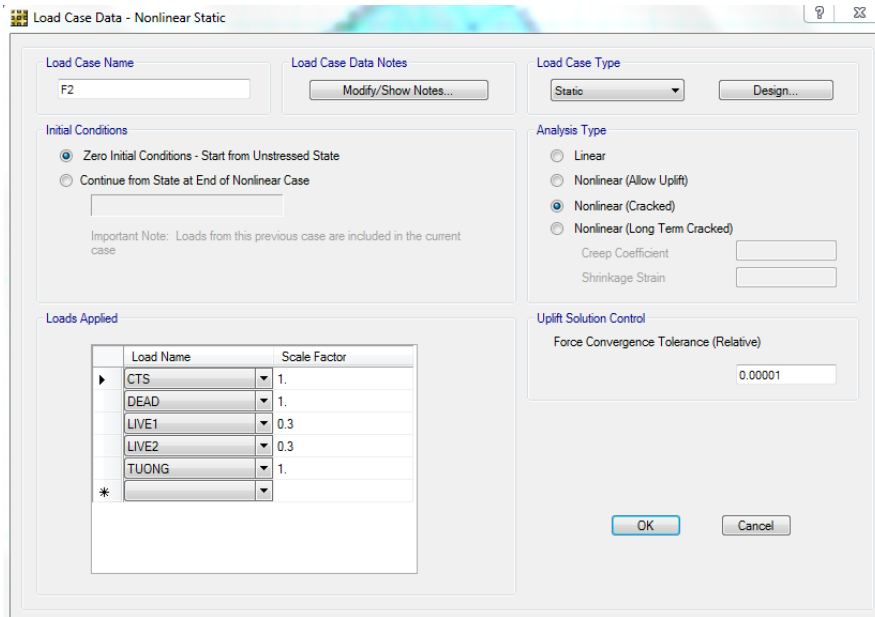
Load Name	Scale Factor
CTS	1.
DEAD	1.
LIVE1	1.
LIVE2	1.
▶ TUONG	1.
*	

Uplift Solution Control

Force Convergence Tolerance (Relative)

Với Analysis Type là Nonlinear (Cracked).

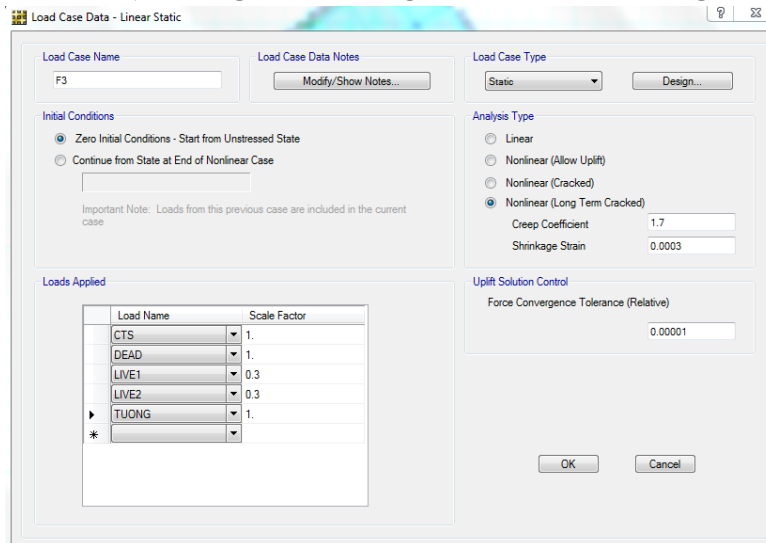
- + $f2 = 1*DEAD+1*SDEAD+0.3*LIVE$
 (độ võng do tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn)



Với Analysis Type là Nonlinear (Crac ked)

$$+ f3 = 1*DEAD+1*SDEAD+0.3*LIVE$$

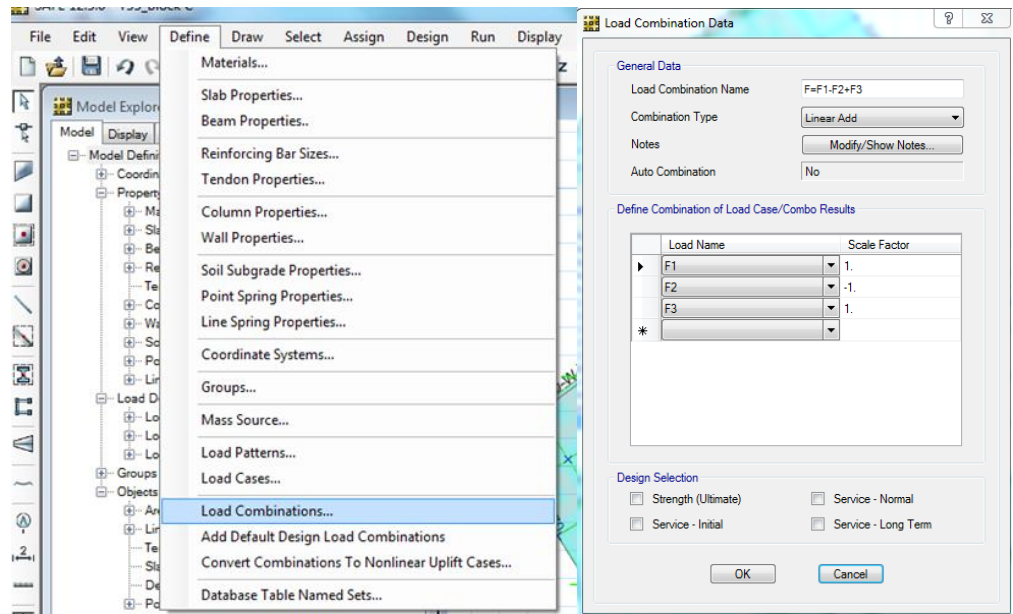
(độ võng do tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn)



Với Analysis Type là Nonlinear (Longterm Crac ked); CR=1.7 và SH=0.0003

- Kết quả, lấy với độ võng max (đơn vị mm):

$$+ f = f1 - f2 + f3$$



c. KẾT QUẢ TÍNH VÕNG BẰNG PHẦN MỀM SAFE

- Độ võng:

$f_1 = 8.35 \text{ mm}$ (độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng)

$f_2 = 7.50 \text{ mm}$ (độ võng do tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn)

$f_3 = 21.21 \text{ mm}$ (độ võng do tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn)

- **Độ võng toàn phần:**

$f = f_1 - f_2 + f_3 = 8.35 - 7.50 + 21.21 = 22.06 \text{ mm} < [f] = 25 \text{ mm}$ (Độ võng giới hạn theo TCVN)

How to setup cracked section analysis in SAFE v12?

There are two types of cracked section analysis i.e., Immediate Cracked Deflection and Long-Term Cracked deflection accounting the creep and shrinkage effects.

In SAFE v12, cracked section analysis can be setup using two different methods which are described as follows:

1) Apply a single load pattern in load case and start another case continues **From State at End of Nonlinear Case**.... For example, adding DEAD, SDEAD and LIVE load case for performing cracked section analysis creates the following three cases:

- a. Add DEAD Load case using Nonlinear (Cracked) started from **Zero Initial Condition**.
- b. Add SDEAD Load case using Nonlinear (Cracked) started from using **From State at End of Nonlinear Case "DEAD"**.
- c. Add LIVE Load case using Nonlinear (Cracked) started from using **From State at End of Nonlinear Case "SDEAD"**.

DEAD load case predicts the cracking from zero initial condition when no load was present and computes the cracking due to application of DEAD load pattern. Adding SDEAD in other case starting **From State at End of Nonlinear Case "DEAD"** uses the stiffness at the end of DEAD load case and computes the additional deflection due to SDEAD case. The reported deflection shows the total deflection due to DEAD plus SDEAD case. However, this method is unable to recognize the increase in DEAD load deflection due to increase in cracking when SDEAD load is added. Therefore this method is not recommended.

2) The recommended method for computing cracked section analysis is to apply all load patterns in a single load case and use the Crack analysis or Crack Long-Term Analysis Option as discussed below:

Immediate Cracked Deflection:

Apply all loads (i.e. DEAD + SDEAD + Live) in a single load and use the Crack Analysis option.

Long-Term Cracked Deflection:

The creep and shrinkage effects are only applicable for sustained type loading i.e., DEAD, SDEAD and a portion of LIVE load (in case of Warehouse, Stadium etc.) if applicable. The analysis is divided into two category cases i.e. a cracked section analysis which determines the incremental deflection due to nonsustained portion of LIVE load and the long-term cracked analysis which includes the sustained type of loading including creep and shrinkage effects.

A 25% Live load is assumed to be of sustained type in the example shown below:

Case 1: Short term load with short term concrete modulus (DEAD + SDEAD + Ψ_s LIVE) where $\Psi_s = 1.0$ (i.e. Crack analysis)

Case 2: Permanent load with short term concrete modulus (DEAD + SDEAD + Ψ_L LIVE) where $\Psi_L = 0.25$ (i.e. Crack analysis). Use $\Psi_L = 0$ if 100 percent of LIVE load is nonsustained type of load.

Case 3: Permanent load with long-term concrete modulus plus creep and shrinkage (DEAD + SDEAD + Ψ_L LIVE) where $\Psi_L = 0.25$ (i.e. Long-Term Cracked analysis with creep and shrinkage)

The long term deflection is the combination of Case 3 + (Case 1- Case 2)

The difference due to Case 1 and Case 2 represent the incremental deflection due to non-sustained loading without accounting creep and shrinkage for fully cracked structure.