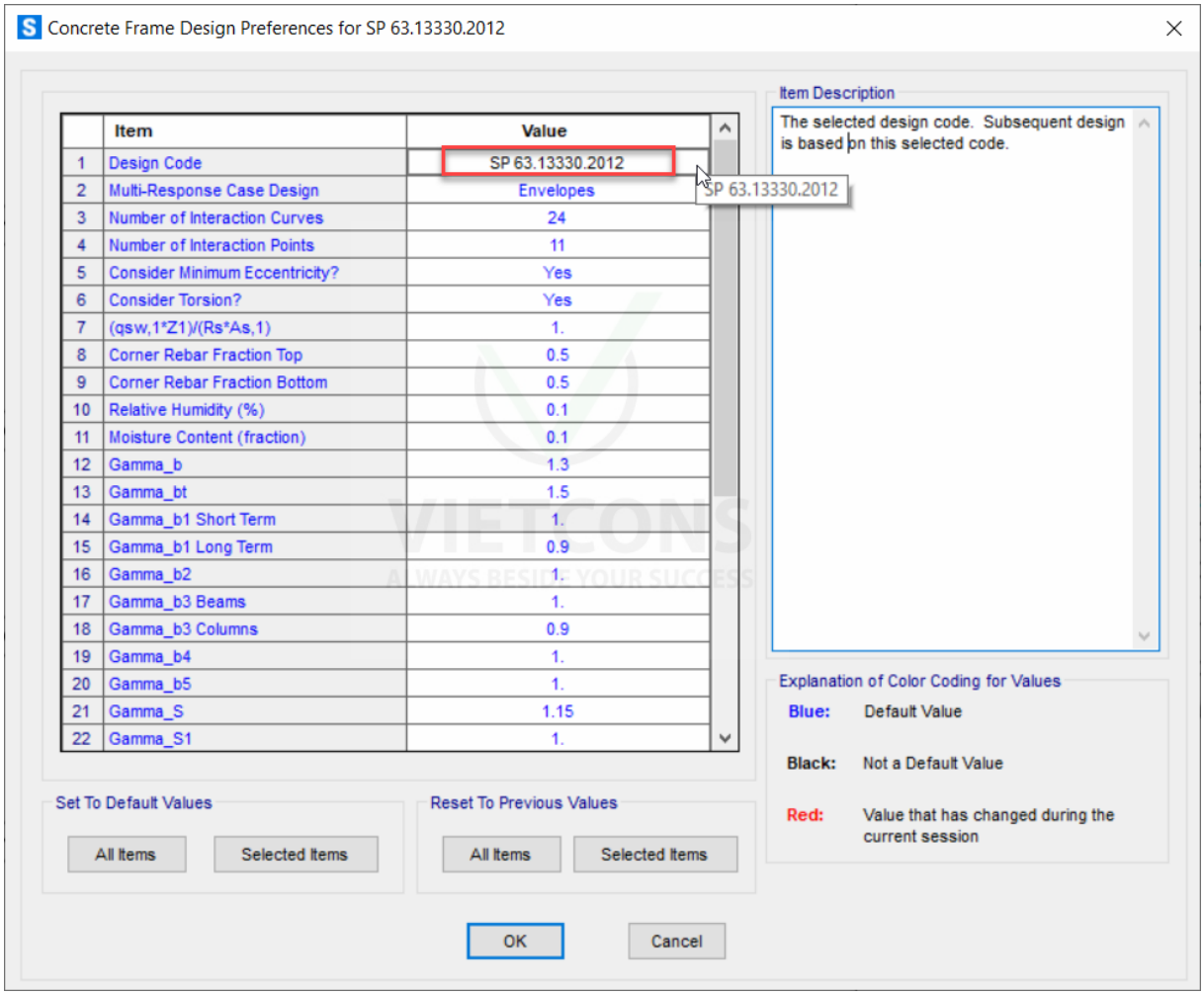
HƯỚNG DẪN KHAI BÁO TỰ ĐỘNG VẬT LIỆU BTCT & THÉP THEO TCVN TRONG SAP2000

Trong quá trình phân tích và thiết kế kết cấu với SAP2000, việc khai báo đặc trưng vật liệu chính xác theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) là bước cực kỳ quan trọng, đảm bảo độ tin cậy của kết quả tính toán. Bài viết này hướng dẫn chi tiết cách tự động khai báo vật liệu Bê tông cốt thép (BTCT) và Thép kết cấu trong phần mềm SAP2000.v22 (và các phiên bản tương đương) theo các tiêu chuẩn TCVN hiện hành.

1. CHỌN TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ BTCT VÀ KẾT CẤU THÉP

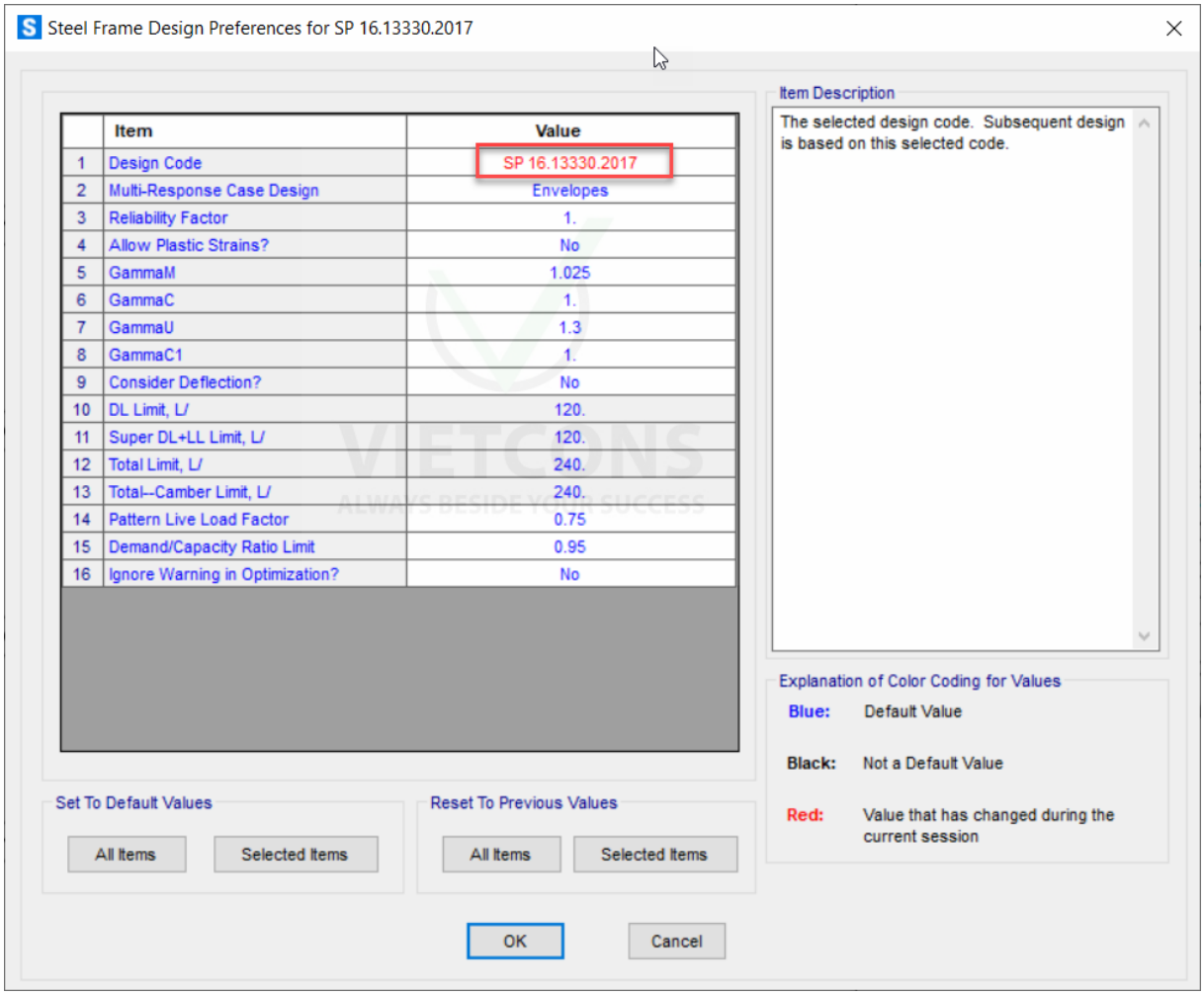
- Đối với **bê tông cốt thép (RC)**: chọn **SP.63.13330.2012** (tương đồng với TCVN 5574:2018)

Trên thanh menu, vào Design > Concrete Frame Design > View/Revise Preferences. Khi hộp thoại xuất hiện, tại mục Design Code, bạn thả xuống và chọn SP 63.13330.2012.



- Đối với **kết cấu thép (Steel)**: chọn **SP.16.13330.2017** (tương đồng với TCVN 5575:2024)

Trên thanh menu, vào Design > Steel Frame Design > View/Revise Preferences. Khi hộp thoại xuất hiện, tại mục Design Code, bạn thả xuống và chọn SP 16.13330.2017.



2. ĐỊNH NGHĨA VẬT LIỆU BÊ TÔNG THEO TCVN 5574:2018

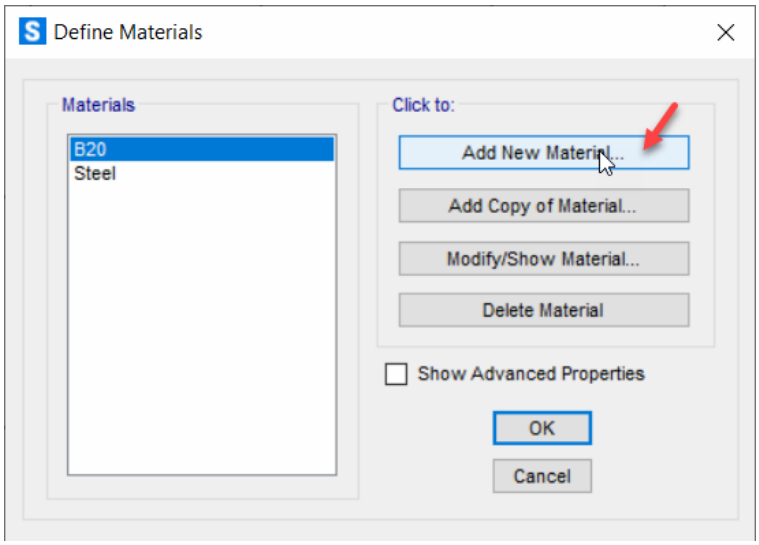
Để định nghĩa một loại vật liệu bê tông theo TCVN 5574:2018 trong SAP2000, thực hiện như sau:

Bước 1:

Vào menu **Define** → **Material Properties...** để mở hộp thoại khai báo vật liệu.

Bước 2:

Trong hộp thoại **Define Materials**, chọn **Add New Material...** để thêm một loại vật liệu mới

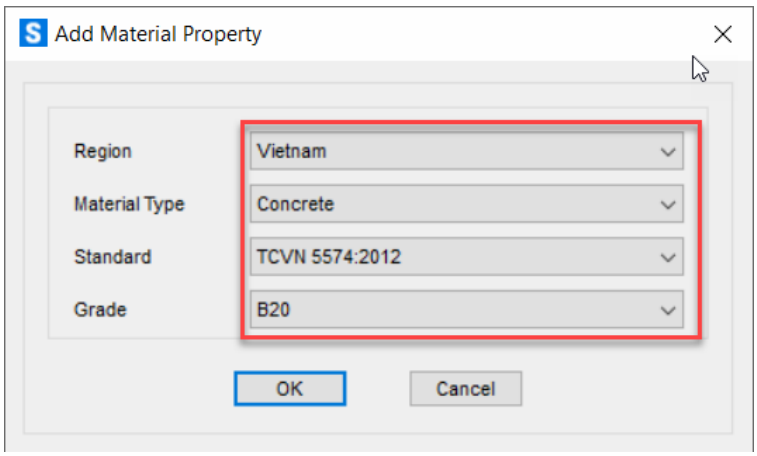


Bước 3:

Trong hộp thoại **Add New Material Property**, lần lượt chọn:

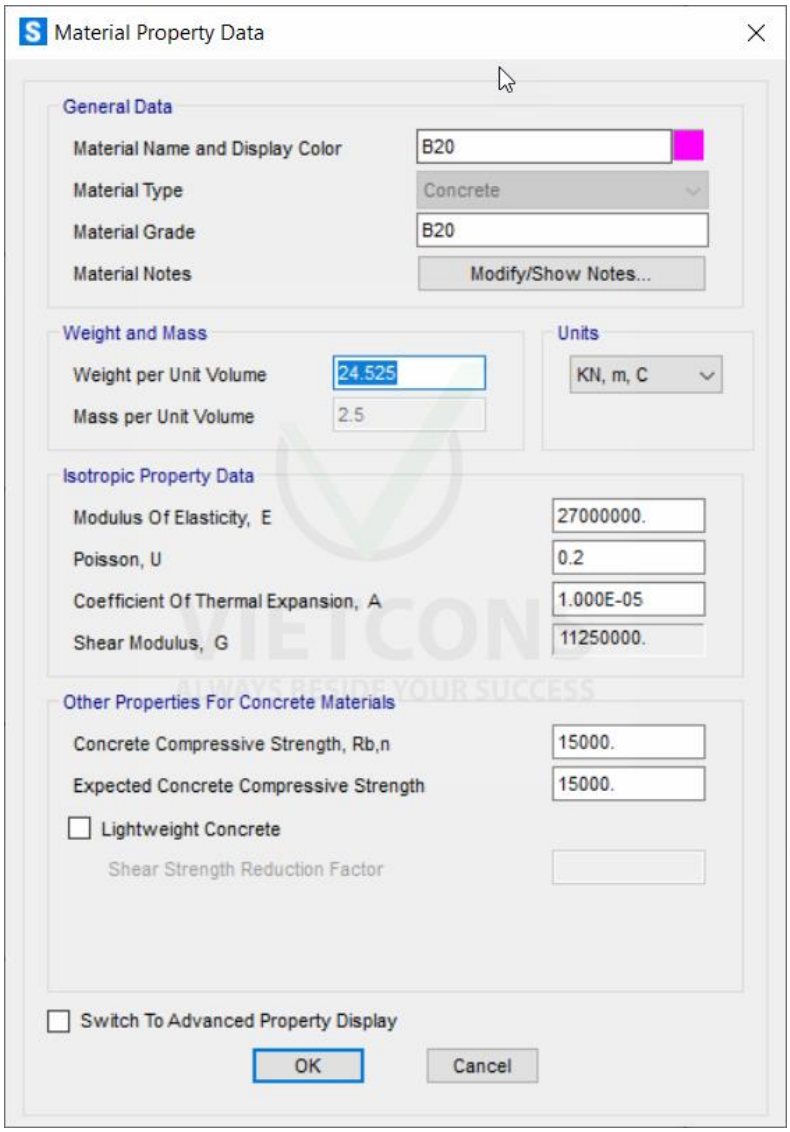
- **Region**: Vietnam
- **Material Type**: Concrete
- **Standard**: TCVN 5574-2012
- **Grade**: chọn cấp độ bền bê tông (ví dụ B20)

Sau đó nhấn **OK** để hoàn tất.



Bước 4: Thay đổi hoặc xem chi tiết vật liệu đã khai báo

- Trong hộp thoại **Define Materials**, chọn loại vật liệu cần chỉnh sửa.
- Bấm nút **Modify/Show Material**.
- Cửa sổ **Material Property Data** sẽ hiện ra, cho phép xem chi tiết và thay đổi các thông số của vật liệu đã khai báo (ví dụ: bê tông B20).



Hộp thoại thông số vật liệu bê tông xuất hiện. Kĩ sư hiệu chỉnh trọng lượng riêng của bê tông nặng có cốt thép lấy tròn **25 kN/m³** theo **phụ lục A** -**TCVN 2737:2023**. Các thông số khác như mô đun đàn hồi(E), hệ số Poisson(U), hệ số giãn nở vì nhiệt(A), cường độ chịu nén tiêu chuẩn Rb,n… giữ nguyên mặc định do phần mềm đã thiết lập theo tiêu chuẩn hiện hành **TCVN 5574:2018**, không cần chỉnh sửa thêm.

Sau khi kiểm tra và hiệu chỉnh xong, nhấn **OK** để lưu lại.

Bảng chú giải các thông số vật liệu

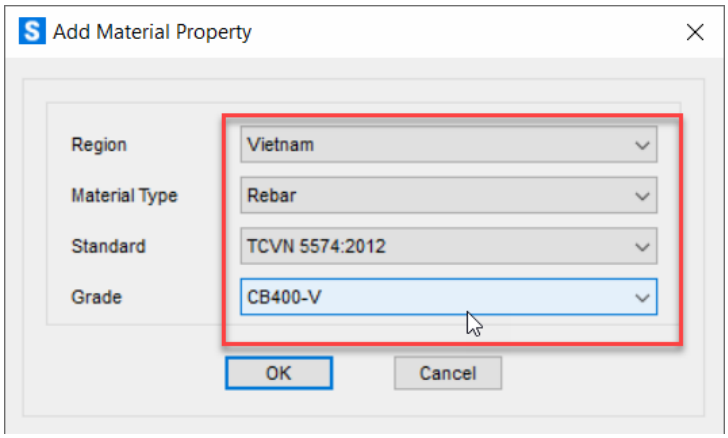
Thông số vật liệu	Giải thích / Ý nghĩa
Weight per Unit Volume Trọng lượng riêng	• Bê tông có cốt thép: **γ= 25 kN/m³.** • Dùng trong tính tải trọng tĩnh do trọng lượng bản thân.
Mass per Unit Volume Khối lượng riêng	• ρ = γ/g, với g=9.81m/s². • Dùng để tính tải trọng động (lực quán tính).
Modulus of Elasticity, E Mô đun đàn hồi vật liệu	• Độ cứng của vật liệu, xác định quan hệ ứng suất – biến dạng. • Giá trị E tra theo cấp độ bền bê tông trong TCVN 5574:2018.
Poisson's Ratio, ν Hệ số Poisson	• Tỷ số giữa biến dạng ngang và dọc của vật liệu khi chịu nén/kéo. • Bê tông lấy **ν = 0.2**
Coefficient of Thermal Expansion, α Hệ số giãn nở nhiệt	• Mức độ giãn dài của vật liệu khi nhiệt độ tăng, đơn vị 1/°C. • Bê tông **α = 1×10⁻⁵ (1/°C).**
Shear Modulus, G Mô đun trượt	• Đặc trưng độ cứng chống cắt của vật liệu. • Tính theo công thức: **G=E/[2(1+ν)]**
Concrete Compressive Strength, $R_{b,n}$ Cường độ nén tiêu chuẩn	• Giá trị đặc trưng cường độ nén của bê tông. • Tra theo mác/cấp độ bền (VD: B20 → Rb,n ≈ 11.5 MPa).
Expected Concrete Compressive Strength Cường độ nén kỳ vọng	• Giá trị trung bình mong đợi, thường mặc định bằng $R_{b,n}$.

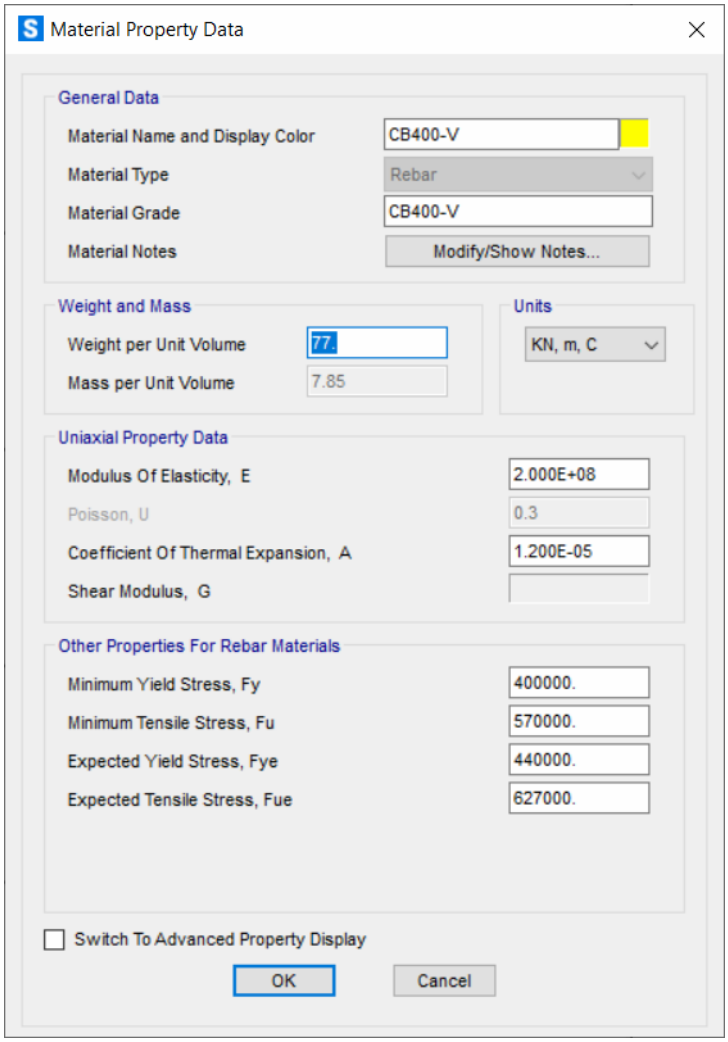
Bảng khai báo vật liệu bê tông trong SAP2000

Tên vật liệu	Trọng lượng riêng γ (kN/m³)	Mô đun đàn hồi E (MPa)	Hệ số Poisson ν	Hệ số giãn nở nhiệt α (1/°C)	Cường độ nén tiêu chuẩn $R_{b,n}$ (MPa)
B15	25.0	27,000	0.20	1.0×10^{-5}	8.5
B20	25.0	27,500	0.20	1.0×10^{-5}	11.5
B25	25.0	30,000	0.20	1.0×10^{-5}	14.5
B30	25.0	32,500	0.20	1.0×10^{-5}	17.0
B35	25.0	34,500	0.20	1.0×10^{-5}	19.5
B40	25.0	36,000	0.20	1.0×10^{-5}	22.0
B45	25.0	37,500	0.20	1.0×10^{-5}	25.0
B50	25.0	39,000	0.20	1.0×10^{-5}	27.5
B55	25.0	40,000	0.20	1.0×10^{-5}	30.0
B60	25.0	41,000	0.20	1.0×10^{-5}	33.0

3. ĐỊNH NGHĨA VẬT LIỆU CỐT THÉP THEO TCVN 5574:2018

Việc khai báo cốt thép trong **SAP2000** được thực hiện tương tự như với bê tông. Ví dụ: khi khai báo thép cốt **CB400-V** như hình dưới đây:





Diễn giải:

1. Fye (Expected Yield Strength)

- Là cường độ chảy kỳ vọng (expected yield strength), được lấy cao hơn Fy để phản ánh thực tế là thép thường có khả năng chịu lực tốt hơn giá trị danh nghĩa.
- Dùng trong thiết kế kháng chấn, phân tích phi tuyến (nonlinear analysis, pushover, plastic hinge).
- Ý nghĩa: giúp mô hình phản ánh đúng hành vi dẻo, vì trong thực tế khi động đất xảy ra, thép thường vượt qua Fy mới bắt đầu hình thành khớp dẻo.
- Trong SAP2000, mặc định thường gán Fye ≈ 1.1Fy (ví dụ 400 MPa → 440 MPa)

2. Fue (Expected Tensile Strength)

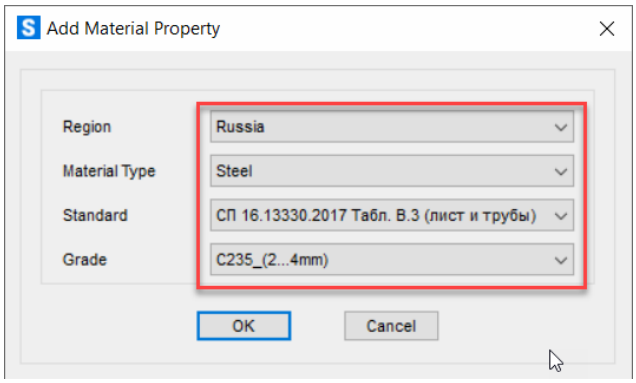
- Là cường độ kéo đứt kỳ vọng (expected ultimate tensile strength).
- Giá trị này thường cao hơn Fu, phản ánh thực tế thép khi thí nghiệm thường bền hơn mức tiêu chuẩn công bố.
- Trong SAP2000, Fue được sử dụng cho phân tích phi tuyến, thiết kế kháng chấn, plastic hinge, tương tự vai trò của Fye nhưng ở trạng thái phá hoại kéo đứt.
- Thường Fue ≈ 1.1 × Fu (ví dụ: Fu = 570 → Fue = 627 MPa).

Bảng tổng hợp thông số cốt thép theo TCVN 5574:2018 (dùng cho SAP2000)

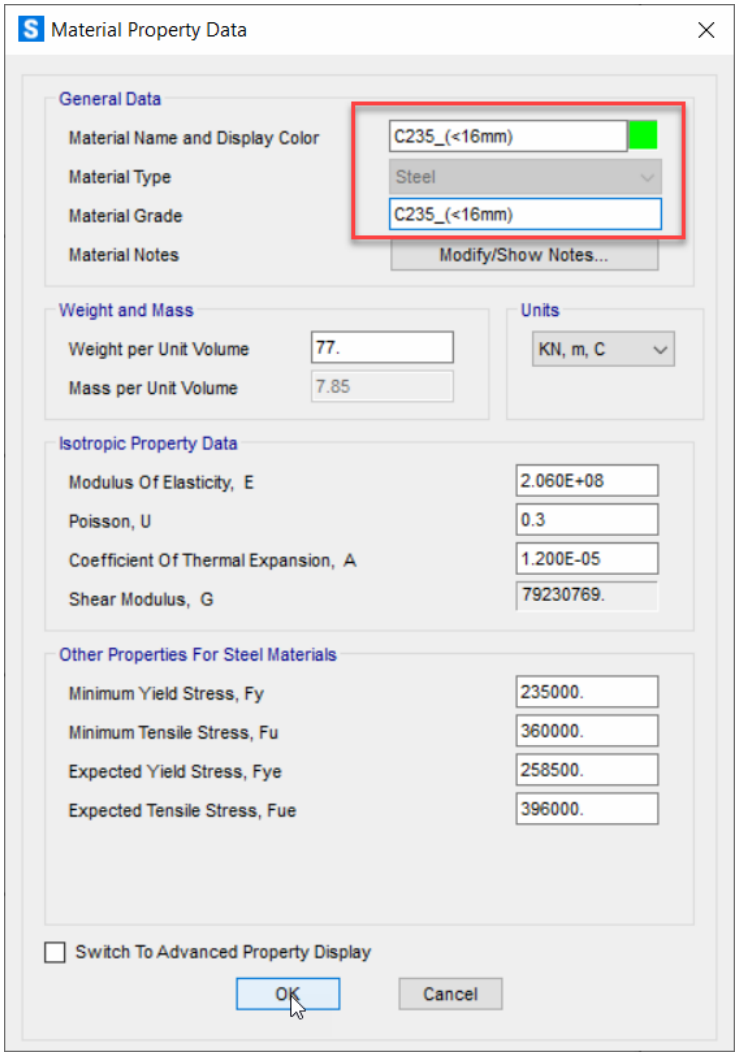
Tên vật liệu	Trọng lượng riêng γ (kN/m³)	Mô đun đàn hồi E (MPa)	Hệ số Poisson ν	Hệ số giãn nở nhiệt α (1/°C)	Giới hạn chảy fy (MPa)	Cường độ kéo đứt fu (MPa)
CB240-T	78.5	200,000	0.30	1.2×10^{-5}	240	370
CB300-V	78.5	200,000	0.30	1.2×10^{-5}	300	450
CB400-V	78.5	200,000	0.30	1.2×10^{-5}	400	570
CB500-V	78.5	200,000	0.30	1.2×10^{-5}	500	650

4. ĐỊNH NGHĨA VẬT LIỆU THÉP THEO TCVN 5575:2024

Trong **hộp** thoại **Add New Material Property**, lần lượt chọn các thông số như hình dưới. Sau đó nhấn **OK** để hoàn tất.



Chọn vật liệu C235_(2...4mm) vừa tạo để hiệu chỉnh tên theo TCVN: S235(<16mm).



Các thông số vật liệu cơ bản như **mô đun đàn hồi (E), hệ số Poisson (ν), hệ số giãn nở nhiệt (α)** … có thể giữ nguyên mặc định do phần mềm đã thiết lập theo **TCVN 5575:2024**, không cần hiệu chỉnh thêm.

Kỹ sư chỉ cần **đặt lại tên vật liệu** và **kiểm tra – điều chỉnh giá trị giới hạn chảy (fy) và cường độ kéo đứt (fu)** theo **Bảng B2 – TCVN 5575:2024**, tùy thuộc vào chiều dày tấm thép.

Cần lưu ý rằng:

- **Chiều dày tấm thép càng lớn thì cường độ chảy càng giảm.**
- Đối với **tiết diện thép tổ hợp**, nên chọn chiều dày các bản hợp lý để tương ứng với một cấp cường độ chảy thống nhất.
- Nếu bản cánh dầm I dùng chiều dày 18 mm, bản bụng dùng chiều dày 16 mm thì mặc dù đều là thép S275, nhưng giá trị giới hạn chảy sẽ khác nhau. Trong trường hợp này không nên khai báo cùng một vật liệu, trừ khi lấy theo **giá trị nhỏ nhất** (tương ứng với chiều dày lớn nhất) để đảm bảo an toàn thiết kế.
- Trong lượng riêng của thép: 77 kN/m^3; khối lượng riêng 7850 kg/m^3.

THÔNG SỐ VẬT LIỆU BÊ TÔNG & CỐT THÉP THEO TCVN 5574:2018

Kí hiệu	Định nghĩa	B10	B15	B20	B22.5	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Mác	Quy đổi về mác tương đương (kG/cm²)	M150	M200	M250	M300	M350	M400	M450	M500	M600	M650	M700	M800
R_m	Cường độ chịu nén trung bình (MPa)	12.84	19.27	25.69	28.90	32.11	38.53	44.95	51.37	57.80	64.22	70.64	77.06
B	Cấp độ chịu nén đặc trưng (MPa)	10	15	20	22.5	25	30	35	40	45	50	55	60
$R_{b,n} = R_{b,ser}$	Cường độ nén tiêu chuẩn (MPa)	7.5	11.0	15.0	16.7	18.5	22.0	25.5	29.0	32.0	36.0	39.5	43.0
$R_{bt,n} = R_{bt,ser}$	Cường độ kéo tiêu chuẩn (MPa)	0.85	1.10	1.35	1.50	1.55	1.75	1.95	2.10	2.25	2.45	2.60	2.75
R_b	Cường độ chịu nén tính toán (MPa)	6.0	8.5	11.5	13.0	14.5	17.0	19.5	22.0	25.0	27.5	30.0	33.0
R_{bt}	Cường độ chịu kéo tính toán (MPa)	0.56	0.75	0.90	1.00	1.05	1.15	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80
E_b	Mô đun đàn hồi ban đầu (MPa)	19.0E+3	24.0E+3	27.5E+3	28.75E+3	30.0E+3	32.5E+3	34.5E+3	36.0E+3	37.0E+3	38.0E+3	39.0E+3	39.5E+3
$\varphi_{b,cr}$	Hệ số từ biến của bê tông, độ ẩm tương đối: >75%	2.8	2.4	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
	Từ 45% đến 75 %	3.9	3.4	2.8	2.7	2.5	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4
	Dưới 40%	5.6	4.8	4.0	3.8	3.6	3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0
$\nu_{b,P}$	Hệ số Poát xông	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
α_{bt}	Hệ số biến dạng nhiệt (biến thiên -40°C đến +50°C)	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5	1.0E-5

		TCVN 1651-2018					JIS G3112-2010				
Kí hiệu	Định nghĩa	CB240-T	CB300-T	CB300-V	CB400-V	CB500-V	CB600-V	SD295	SD345	SD390	SD490
f_u	Giới hạn bền	380	440	450	570	650	710	440	490	560	620
f_y	Giới hạn chảy	240	300	300	400	500	600	295	345	390	490
$R_{s,n} = R_{s,ser}$	Cường độ kéo, nén tiêu chuẩn (MPa)	240	300	300	400	500	600	295	345	390	490
R_s	Cường độ kéo tính toán (MPa)	210	260	260	350	435	520	257	300	339	426
R_{sc}	Cường độ nén tính toán (MPa)	210	260	260	350	400	400	257	300	339	400
R_{sw}	Cường độ cắt tính toán	170	210	210	280	300	300	180	210	237	280
E_s	Mô đun đàn hồi của thép	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4	20.0E+4

Trọng lượng đơn vị của vật liệu – Phụ lục A – TCVN 2737:2023

A.1 Trọng lượng đơn vị của một số vật liệu có thể tham khảo trong Bảng A.1.

Bảng A.1 – Trọng lượng đơn vị của một số vật liệu

Đơn vị tính bằng kilôniutơn trên mét khối

Vật liệu	Giá trị
1. Nhôm	27,0
2. Thép	78,5
3. Bê tông nặng không có cốt thép	24,0
4. Bê tông nặng có cốt thép	25,0
5. Kính tấm	25,0

A.2 Để có thêm thông tin, trọng lượng đơn vị của các vật liệu khác có thể tham khảo trong các tiêu chuẩn sản phẩm và các tài liệu kỹ thuật do nhà sản xuất, chế tạo công bố.

THÔNG SỐ VẬT LIỆU THÉP THEO TCVN 5575:2024

Bảng B.1 – Các tính chất vật lý của vật liệu dùng cho kết cấu thép

Các tính chất vật lý	Giá trị
1. Khối lượng riêng ρ, kg/ m^3:	
a) Thép cán và khối đúc bằng thép	7 850
b) Khối đúc bằng gang	7 200
2. Hệ số giãn dài do nhiệt α, $^oC^{-1}$	$0,12\times10^{-4}$
3. Mô đun đàn hồi *E*, MPa:	
a) Thép cán và khối đúc bằng thép	$2,06\times10^5$
b) Khối đúc bằng gang	$0,85\times10^5$
c) Cáp thép:	
– Bó và tao cáp các sợi thép song song	$1,96\times10^5$
– Cáp xoắn và cáp kín chịu lực	$1,67\times10^5$
– Cáp bện đôi	$1,47\times10^5$
– Cáp bện đôi lõi thép	$1,27\times10^5$
4. Mô đun trượt của thép cán và khối đúc bằng thép *G*, MPa	$0,79\times10^5$
5. Hệ số nở ngang (hệ số Poát xông)	0,3

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị mô đun đàn hồi nêu trong bảng là dành cho cáp có lực căng trước không nhỏ hơn 60 % lực kéo đứt cáp.

CHÚ THÍCH 2: Để có thông tin đầy đủ, xem các tiêu chuẩn sản phẩm đối với cáp thép.

Bảng B.2 – Giới hạn chảy và giới hạn bền kéo của thép kết cấu công dụng chung theo TCVN 9986-2:2013 (ISO 630-2:2011)

Mác	Chất lượng	Giới hạn chảy nhỏ nhất [1], MPa, cho chiều dày danh nghĩa, mm					Giới hạn bền kéo, MPa, cho chiều dày danh nghĩa, mm
		≤ 16	> 16; ≤ 40	> 40; ≤ 63	> 63; ≤ 80	> 80; ≤100	≥ 3; ≤ 100
S235	B, C, D	235	225	215	215	215	360÷510
S275	B, C, D	275	265	255	245	235	410÷560
S355	B, C, D	355	345	335	325	315	470÷630
S450 [2]	C	450	430	410	390	380	550÷720

[1] Đối với tấm và tấm rộng bản có chiều rộng không nhỏ hơn 600 mm, áp dụng hướng ngang so với hướng cán. Đối với tất cả các sản phẩm khác, áp dụng các giá trị đối với hướng song song so với hướng cán.

[2] Chỉ áp dụng cho sản phẩm dài.

CHÚ THÍCH: Để có thêm thông tin đầy đủ, xem TCVN 9986-2:2013 (ISO 630-2:2011).