

Kháng nứt nẻ bê tông do co ngót
khô bằng phụ gia trương nở .
Giới thiệu phụ gia trương nở và
bê tông trương nở.

Nguyễn Đức Phương

Kỹ thuật viên phụ gia khoáng xây dựng tập đoàn
công nghiệp hóa học Denki Kagaku Kogyo(Denka)

Nội dung

- 1. Các nguyên nhân gây nứt nẻ bê tông*
- 2. Nứt nẻ bê tông do co ngót khô*
- 3. Kháng nứt nẻ bê tông do co ngót khô bằng phụ gia trương nở*
- 4. Ví dụ sử dụng phụ gia trương nở kháng nứt nẻ bê tông do co ngót khô*
- 5. Phụ gia trương nở*
- 6. Bê tông trương nở*
- 7. Sản phẩm phụ gia trương nở của công ty Denka*

1. Nguyên nhân gây nứt nẻ bê tông

A. Tính chất vật liệu

- Xi măng trương nở, đông kết nhanh bất thường
- Tách nước, chìm bê tông
- Bùn lẩn trong cốt liệu
- Nhiệt thủy hóa xi măng
- **Co ngót khô , ngót thủy hòa của bê tông**
- Sd cốt liệu tính pư với kiềm , phong hóa

C. Điều kiện sử dụng, môi trường

- Biến đổi độ ẩm , nhiệt độ
- Chênh lệch nhiệt độ trong ngoài bê tông
- Tan giải đông kết
- Gia nhiệt bề mặt bê tông, hỏa hoạn
- Thép gỉ
- Tác dụng hóa học của axit, kiềm

B. Thi công

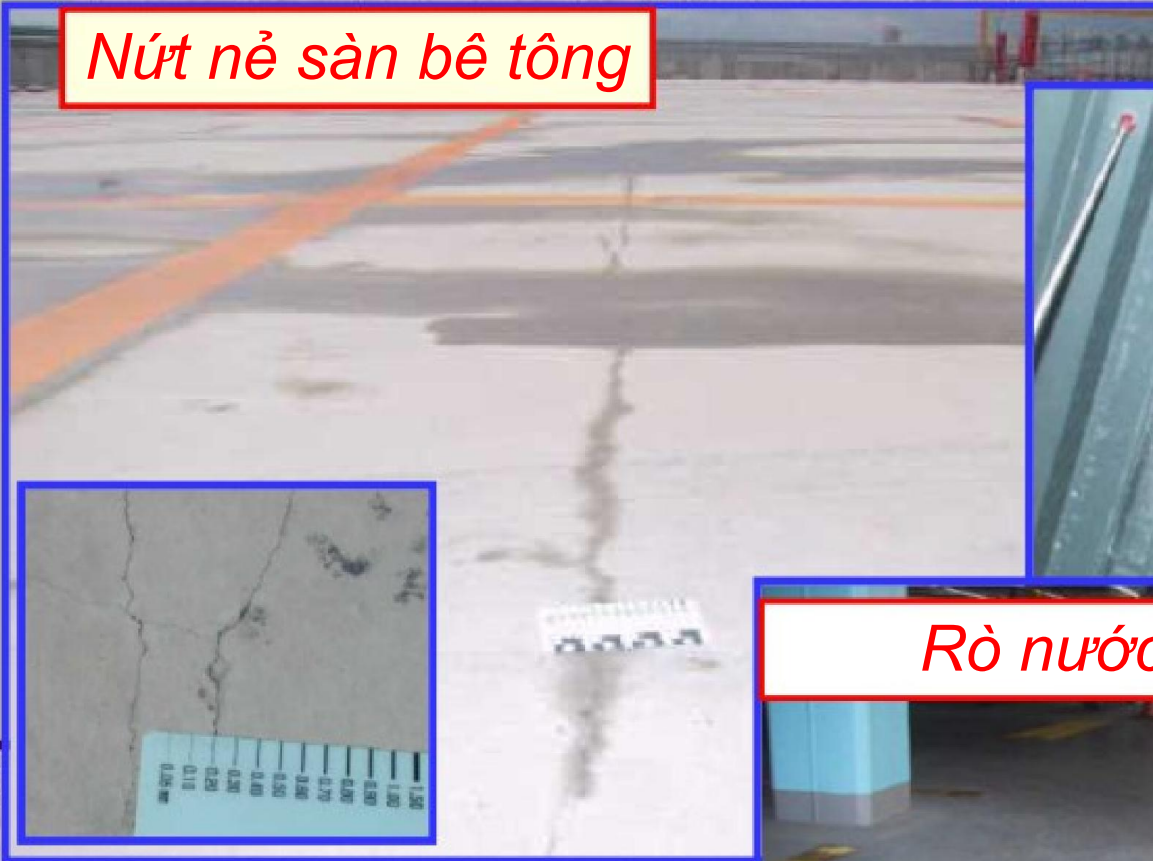
- Thời gian trộn kéo dài
- Thêm lượng xi, nước khi bơm bê tông
- Kết cấu thép không hợp lý, lớp da bê tông mỏng
- Đổ bê tông với tốc độ quá nhanh
- Đổ không đồng đều, lèn chặt không đủ
- Cốt pha phồng, lún
- Xử lý mối nối bê tông không tốt
- Gia tải ,chấn động trước khi BT cứng
- Dưỡng sinh không hợp lý

D. Cấu tạo , ngoại lực

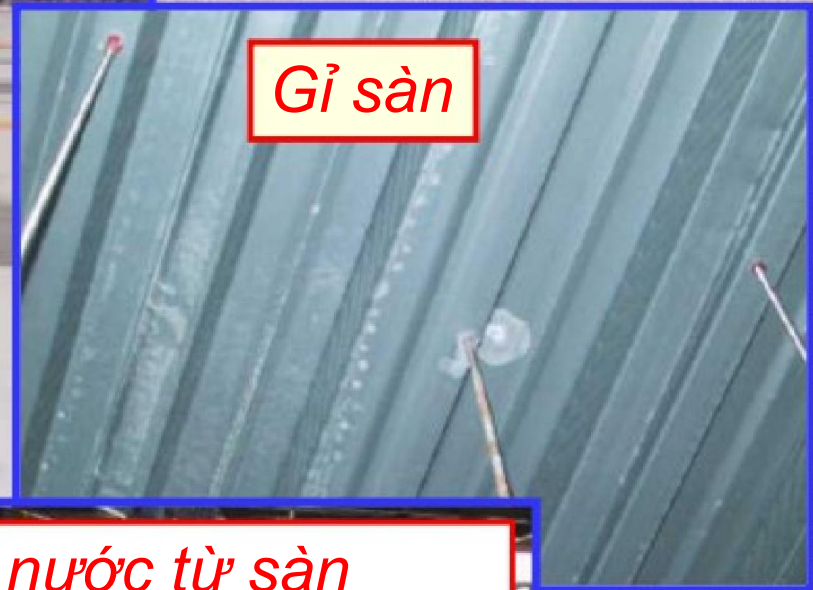
- Ngoại lực lớn (địa chấn, tải trọng...)
- Kích cỡ , lượng thép không đủ
- Lún nền móng

2. Nứt nẻ do co ngót khô - ví dụ

Nứt nẻ sàn bê tông



Gỉ sàn



Rò nước từ sàn



2. Nứt nẻ do co ngót khô - Ví dụ



2. Nứt nẻ do co ngót khô

- Nguyên nhân nứt nẻ

Bê tông

Co ngót sau khi đông kết

A Co ngót khô

Bê tông tiếp xúc với môi trường không khí, sinh ra biến dạng do co ngót.

B Chênh lệch nhiệt độ

Co giãn bởi chênh lệch nhiệt độ môi trường



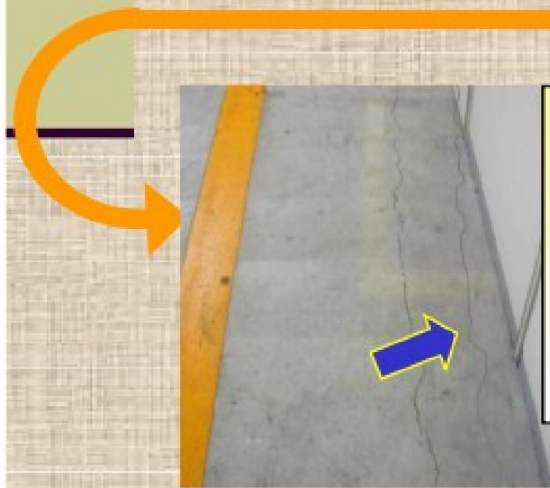
Độ kéo dãn kém

Biến dạng kéo 200×10^{-6} (Biến dạng 0.2mm thanh ngang chiều dài 1m), sinh ra nứt nẻ



Nếu vết nứt sinh ra

Bê tông là vật liệu dễ nứt nẻ do kéo dãn



- ① Nước rò
- ② Trung tính hóa, sinh ra gỉ
- ③ Giảm cường độ
- ④ Ảnh hưởng tính mỹ quan
- ⑤ Nguyên nhân lõi lõm

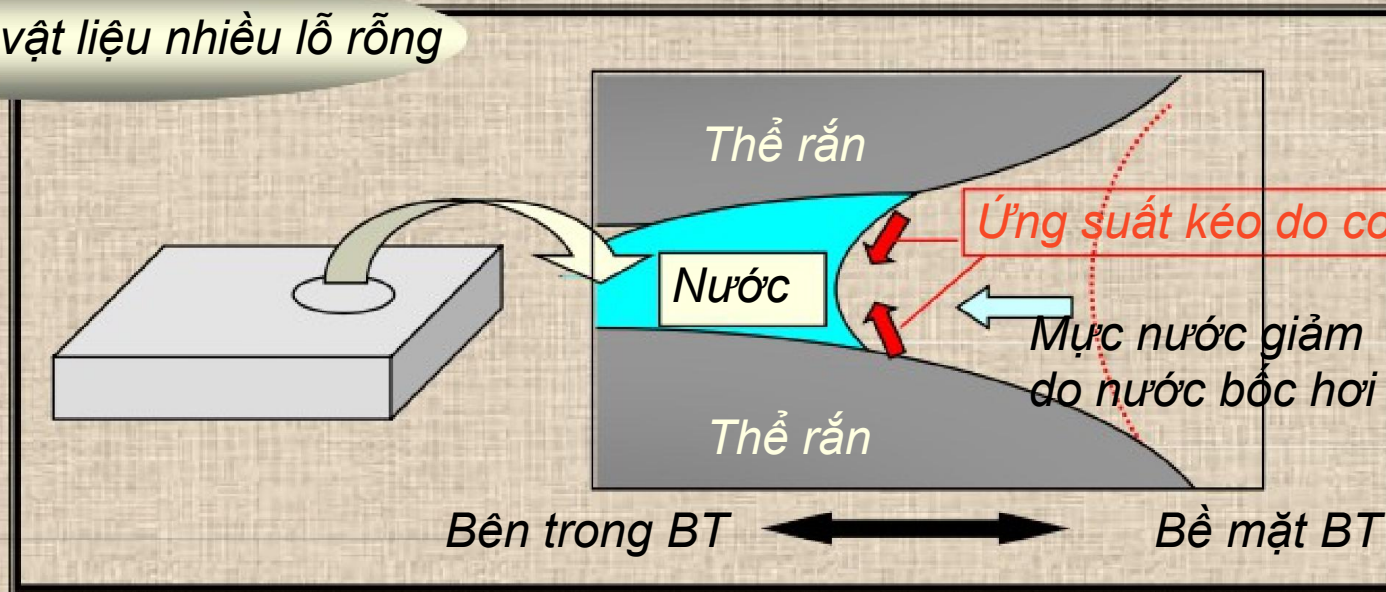
Tính bền giảm

Nứt nẻ trong bê tông là vấn đề quan trọng cần phải giải quyết.

2. Nứt nẻ do co ngót khô

- Nguyên nhân nứt nẻ

Bê tông là vật liệu nhiều lỗ rỗng



Lực kéo sinh ra do lực căng bề mặt của nước

$$P = -\frac{2\gamma \cos \alpha}{d}$$

Giả sử

$$d = 100\text{nm} = 1 \times 10^{-4}\text{mm}$$

$$\alpha = 40^\circ \quad \gamma = 0.75\text{N/mm}$$

P : ứng suất kéo do co ngót

γ : lực căng bề mặt

α : góc tiếp xúc d : bán kính lỗ rỗng

$$P = -2 \times 0.75 \times 0.77 \times 10^4$$

$$= 11550\text{N/mm}^2$$

2. Nứt nẻ do co ngót khô

- Giải pháp phòng tránh

1. Giảm lượng nước trong cấp phối bê tông (dưới $185\text{kg}/\text{m}^3$)

2. Sử dụng cốt liệu ít co ngót (đá vôi...)

3. Sử dụng xi măng ít co ngót (xi măng ít C_3A , độ mịn nhỏ)

4. Sử dụng **phụ gia trương nở**, phụ gia giảm co ngót.

5. Cài đặt mối nứt, bổ sung thép làm phân tán vết nứt.

3. Kháng nứt nẻ bê tông do co ngót khô bằng phụ gia trương nở



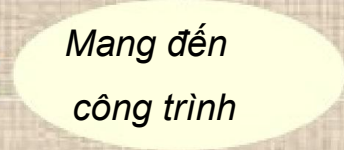
PG trương nở



Nhà máy BT tươi

Xe chở BT

Bê tông trương nở



Mang đến công trình



Xe mở bao, pha trộn PG trương nở

3. Kháng nứt nẻ bê tông do co ngót khô bằng phụ gia trương nở

Bê tông thường

Cường độ nén cao nhưng cường độ kéo thấp, sinh nứt nẻ

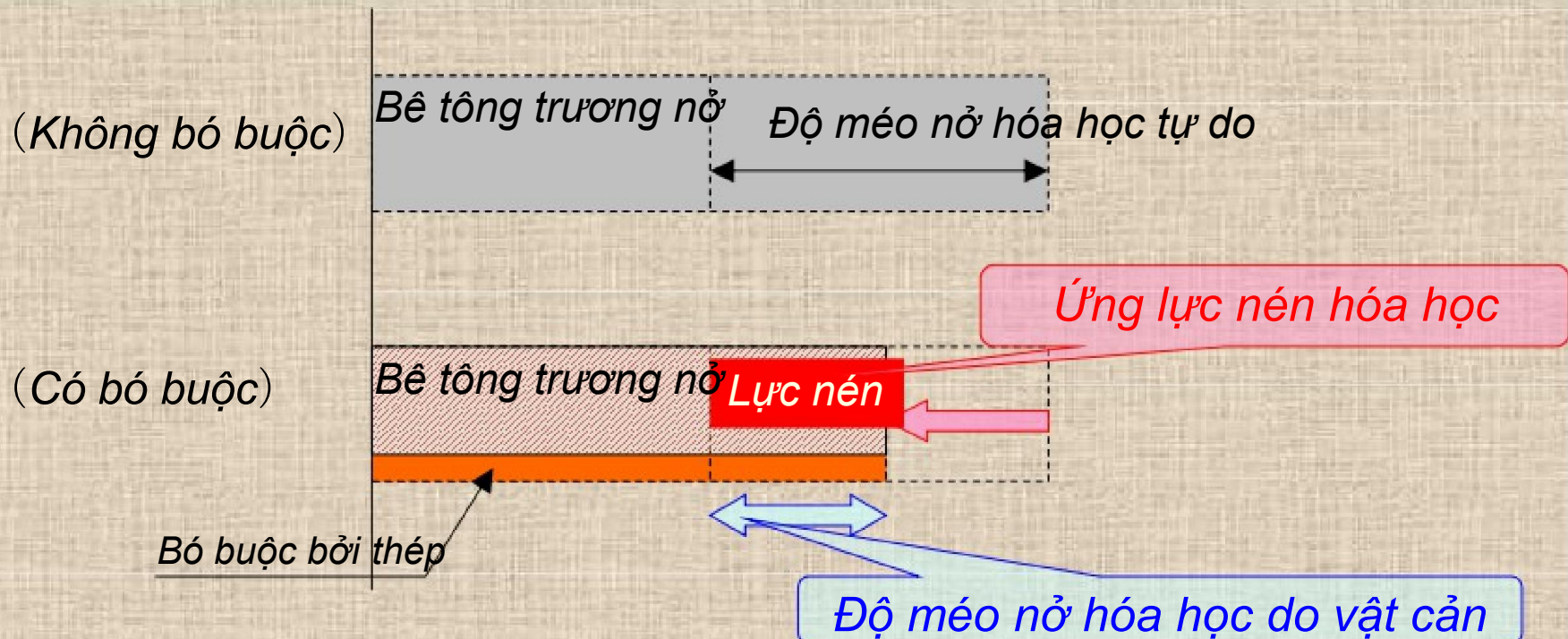
Bê tông trương nở

Chế ngự, cường chế nứt nẻ dựa vào phụ gia trương nở



Phụ gia trương nở khi trộn vào bê tông, tăng tính năng (kháng nứt nẻ, tăng tính chịu lực) cho bê tông.

3. Kháng nứt nẻ bê tông do co ngót khô bằng phụ gia trương nở - Nguyên lý

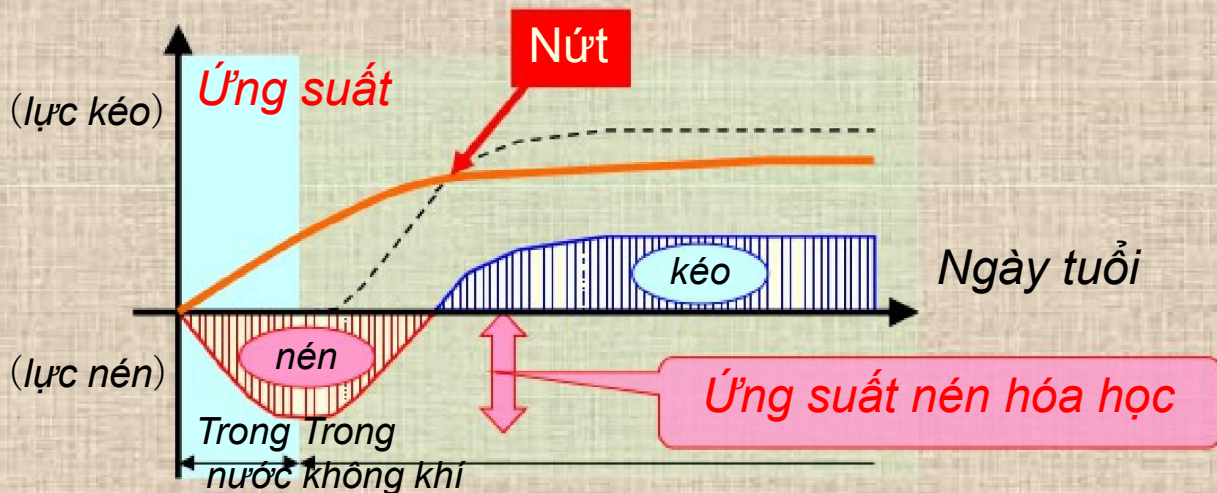
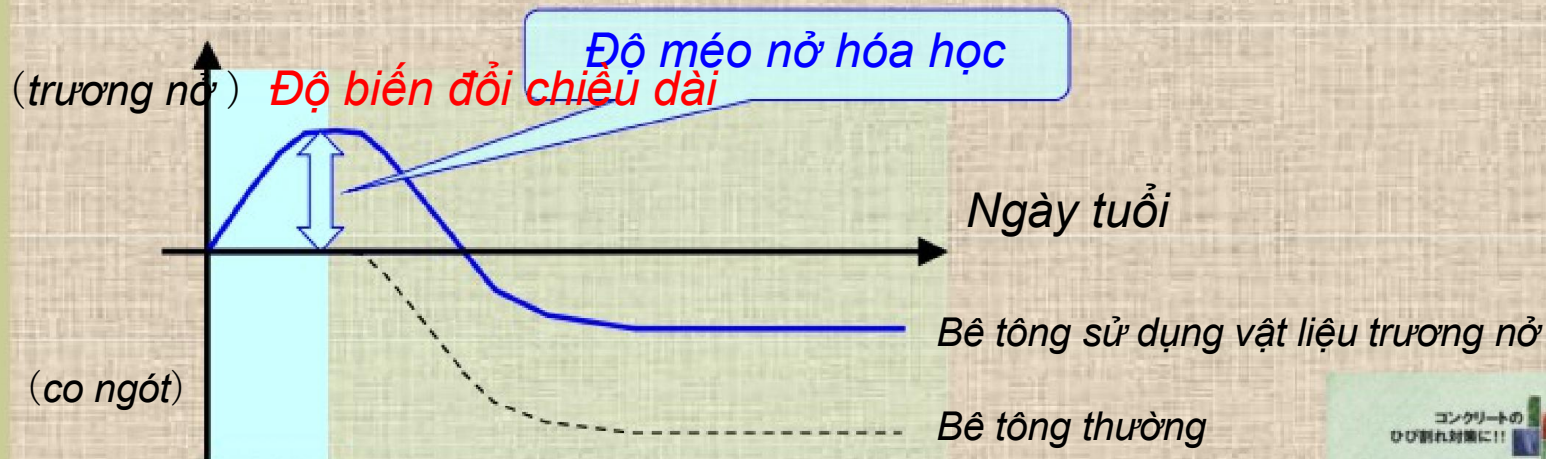


Tăng khả năng kháng nứt nẻ dựa vào ứng lực nén hóa học được đưa vào bên trong bê tông trương nở.

Làm giảm bề rộng vết nứt sau khi bị nứt

3. Kháng nứt nẻ bê tông do co ngót khô bằng phụ gia trương nở - Nguyên lý

Bê tông sử dụng vật liệu trương nở sẽ trương nở trong quá trình thủy hóa.

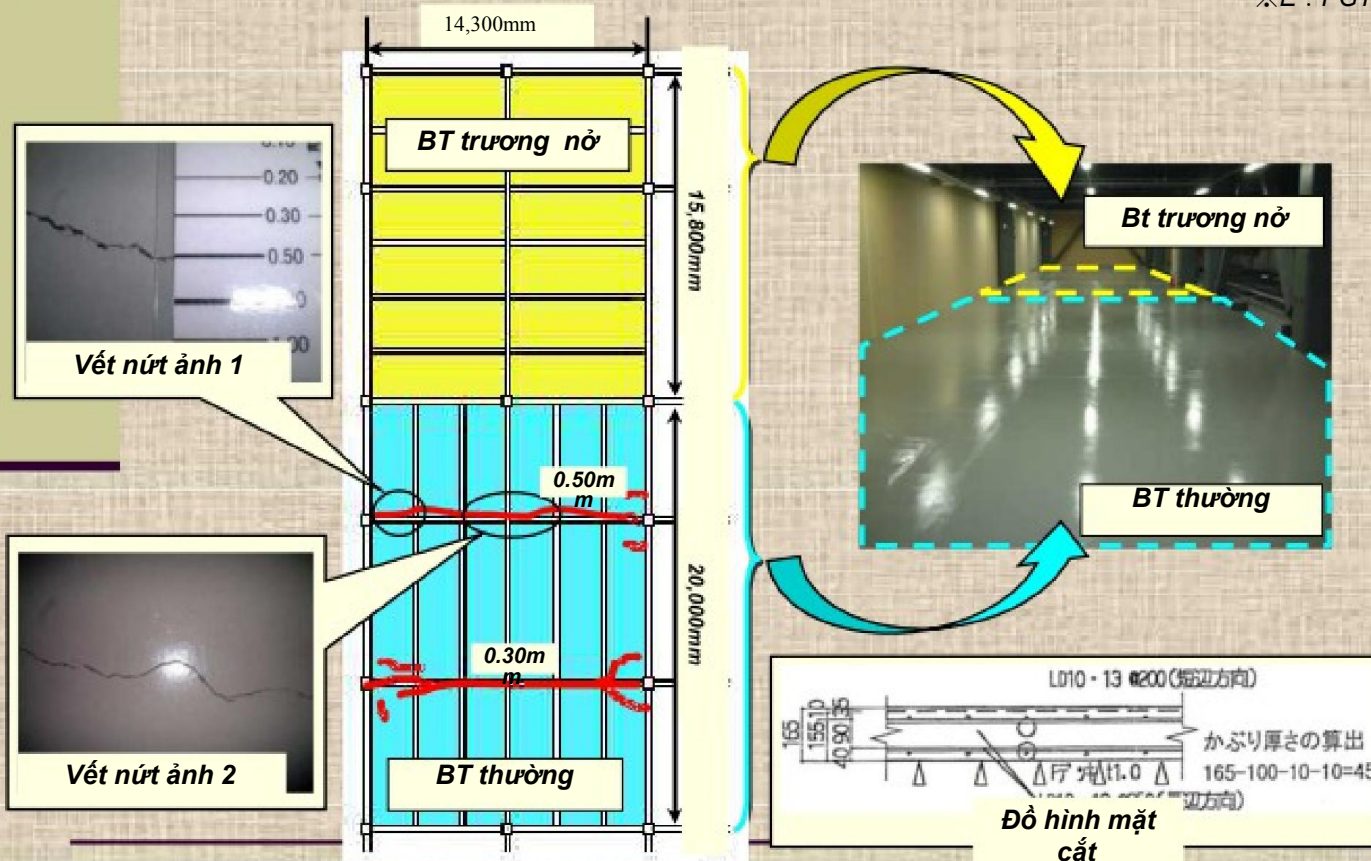


4. Ví dụ 1 - Sử dụng bê tông trương nở kháng nứt bề sàn bê tông

Fig1 Cấp phối BT (33-15-20N) và cường độ nén

	W/C (%)	S/a (%)	Lượng đơn vị (kg/m ³)					Ad (kg/m ³)	Cường độ nén(N/mm ²)	
			C	E*	W	S	G		d7	d28
BT thường	45.0	42.9	387	0	174	729	1006	3.870	26.7	42.8
BT trương nở	45.0	42.9	367	20	174	729	1006	3.870	27.2	43.7

*E : PGTN 「DENKA POWER CSA TYPE S」



【PP & tg dưỡng sinh】

Bạt nilon, 8ngày

【cường độ nén】

PGTN không ảnh hưởng đến cường độ.

【Trạng thái nứt nẻ】

Xuất hiện 2 vết nứt(0.50 và 0.30) gần xà ngang, Vết nứt không xuất hiện ở BTTN

【Khác】

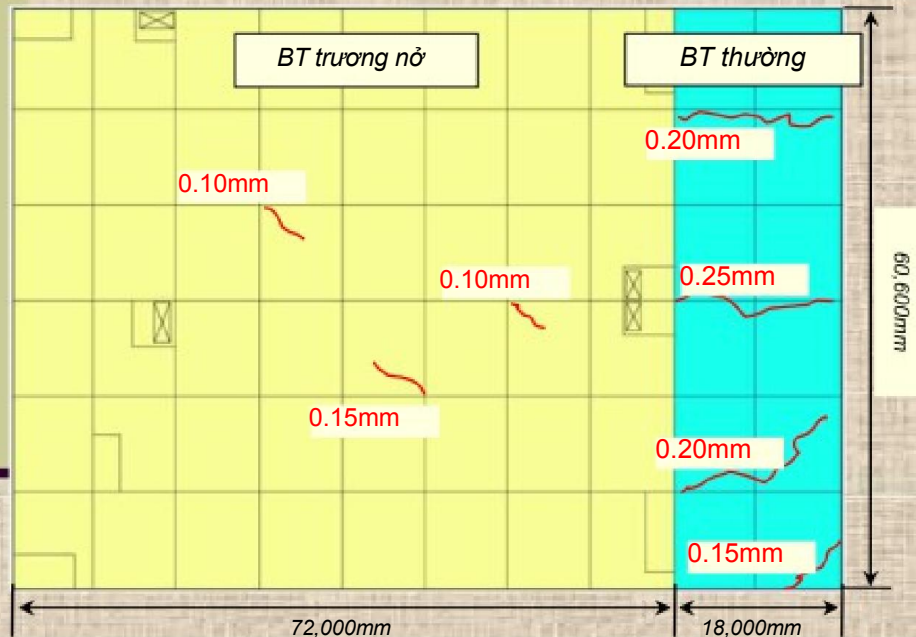
Láng bề mặt bằng nhựa epoxy

4. Ví dụ 2 - Sử dụng bê tông trướng nở kháng nứt bề sàn bê tông

Table2 Cấp phối BT (33-15-20N) và cường độ nén

	W/C (%)	S/a (%)	Lượng đơn vị (kg/m ³)					Ad (kg/m ³)	Cường độ nén(N/mm ²)	
			C	E※	W	S	G		d7	d28
BT thường	53.4	43.1	322	0	172	797	1030	3.220	24.4	39.1
BT trướng nở	53.4	43.1	302	20	172	797	1030	3.220	24.2	38.9

※E : PGTN 「DENKA POWER CSA TYPE S」



【PP dưỡng sinh】	【Cường độ nén】	【Trạng thái nứt】 (thời gian 4 month)	【Khác】
Tắm nước 3 ngày	PGTN không ảnh hưởng đến cường độ.	BTTN 0.10 ~ 0.15mm 3 vết nứt, BT thường 0.15~0.25mm 4 vết nứt	Làm mờ nứt cắt xung quanh cột, xà.láng bề mặt bằng phụ gia chuyên dụng.

4. Ví dụ 3 - Điều tra nứt nẻ và đo độ trương nở ở kết cấu sàn bê tông thực

Table Cấp phối bê tông (24-15-20N)

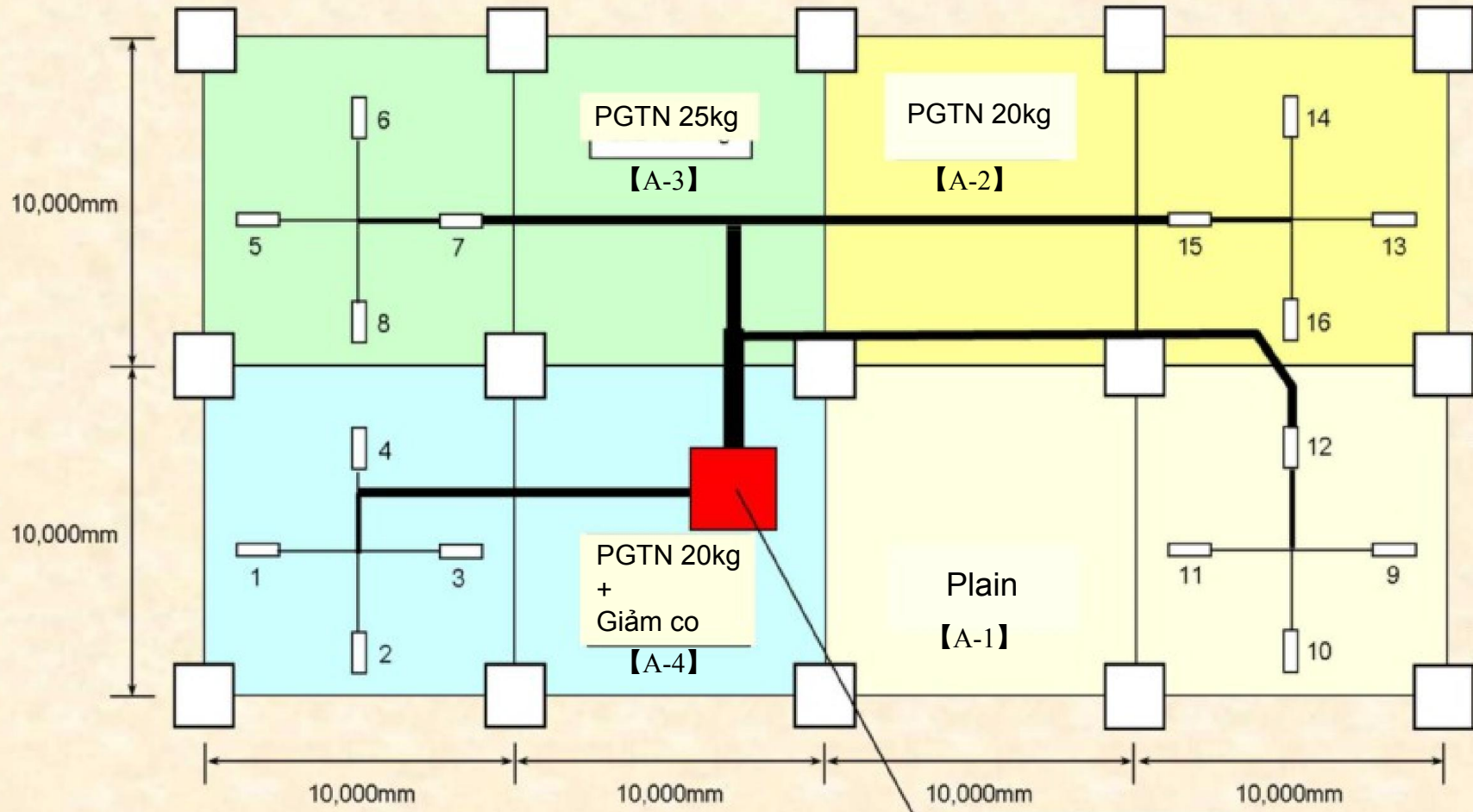
Tên	Độ sụt (cm)	Khí (%)	Lượng đơn vị (kg/m ³)						Siêu dẻo (kg/m ³)
			Xi	Nước	S	G	PGTN	Phụ gia giảm co	
A-1	16.5	5.0	302	175	812	989	0	0	2.817
A-2	16.5	5.0	282	175	812	989	20	0	2.817
A-3	16.5	5.0	277	175	812	989	25	0	2.817
A-4	17.0	5.5	282	169	812	989	20	6.040	2.817

PGTN sử dụng 「DENKA POWER CSA type S」
 Phụ gia giảm co sử dụng SKGUARD
 Siêu dẻo sử dụng 「Pozzolith No.78S」

4. Ví dụ 3 - Điều tra nứt nẻ và đo độ trương nở ở kết cấu sàn bê tông thực

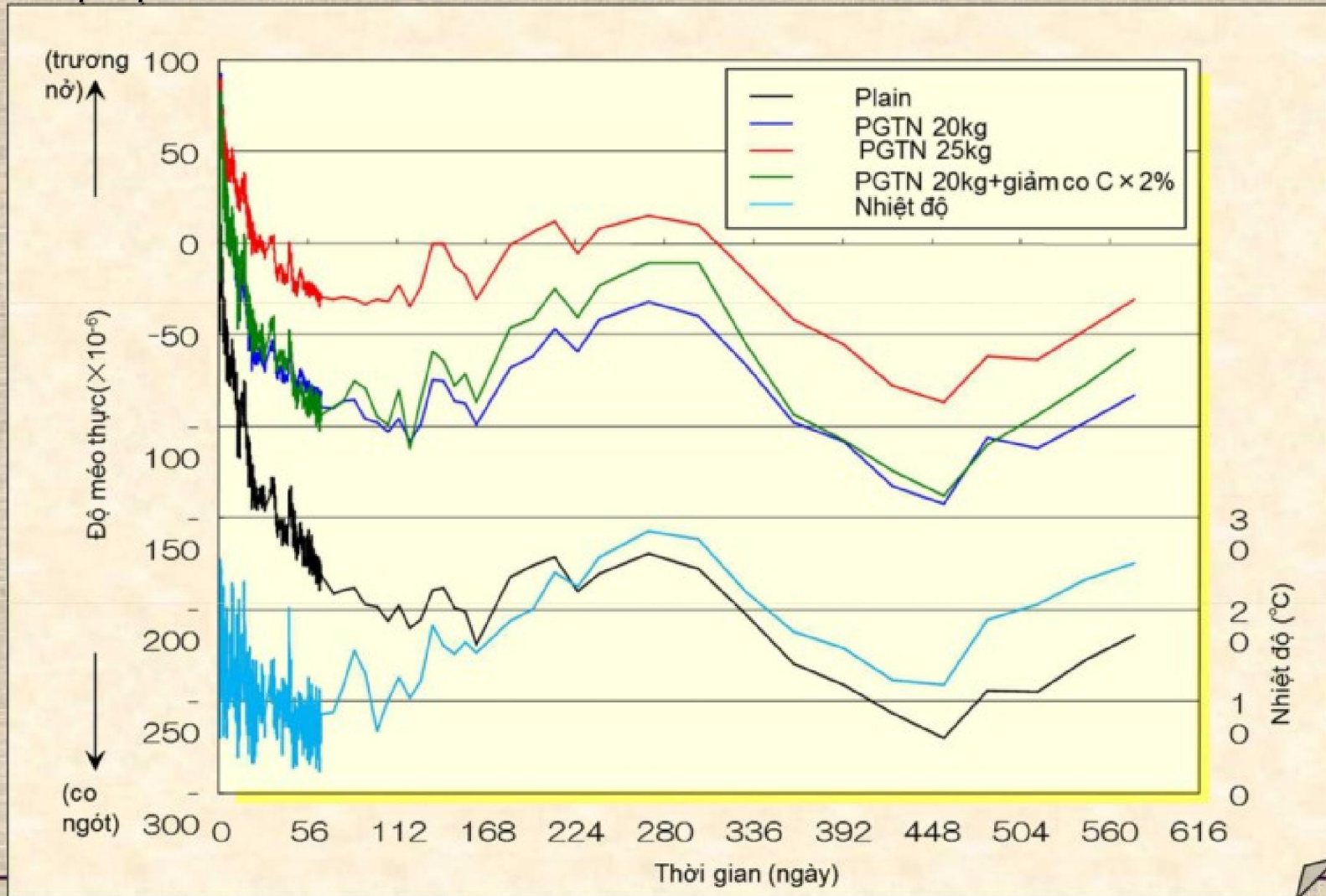
Cài đặt kim đo độ méo và cấp phối bê tông trong kết cấu

: Kim đo độ nở



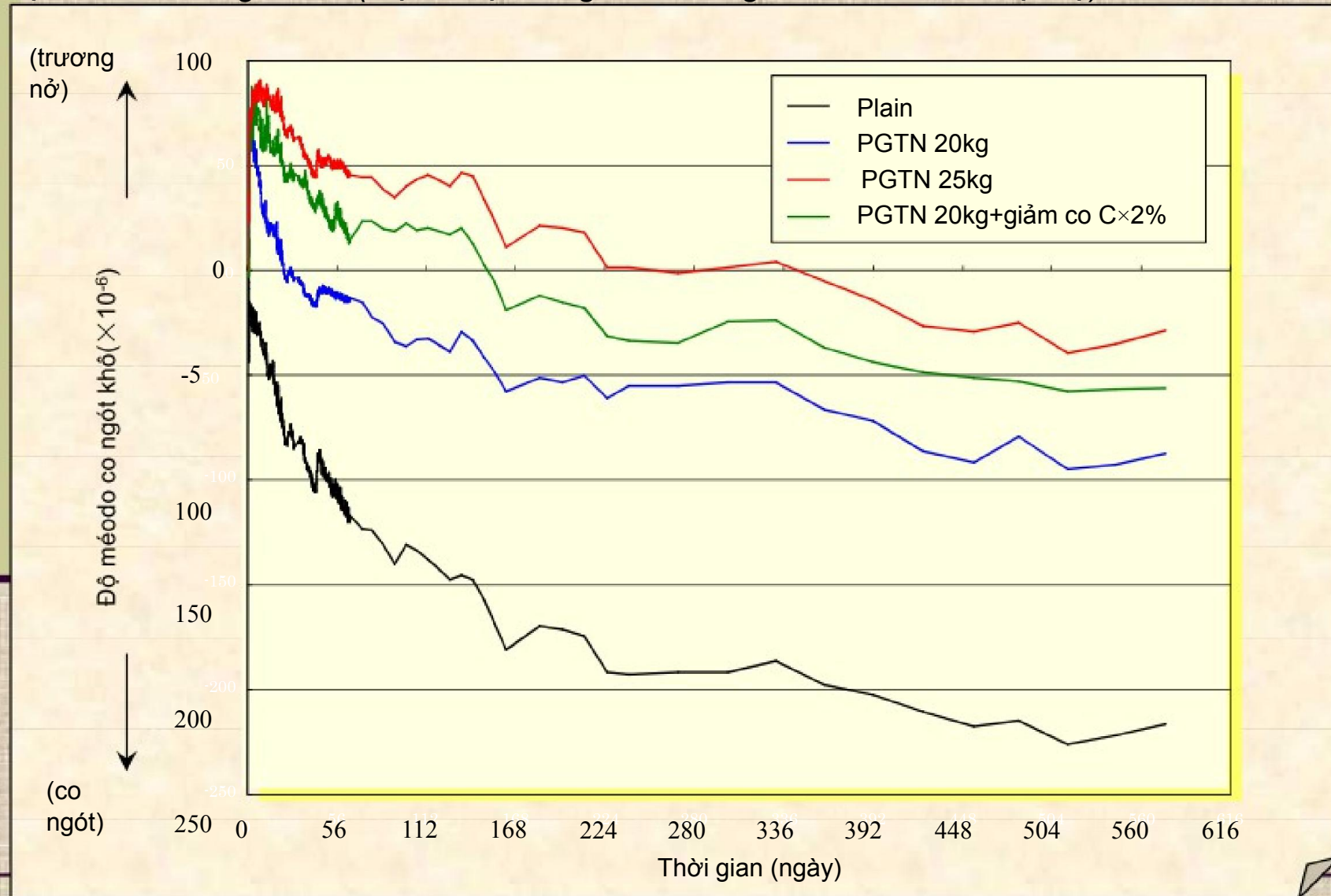
4. Ví dụ 3 - Điều tra nứt nẻ và đo độ trương nở ở kết cấu sàn bê tông thực

Độ nở thực của kết cấu (co ngót khô, co ngót do biến đổi nhiệt độ, tự co ngót) và nhiệt độ



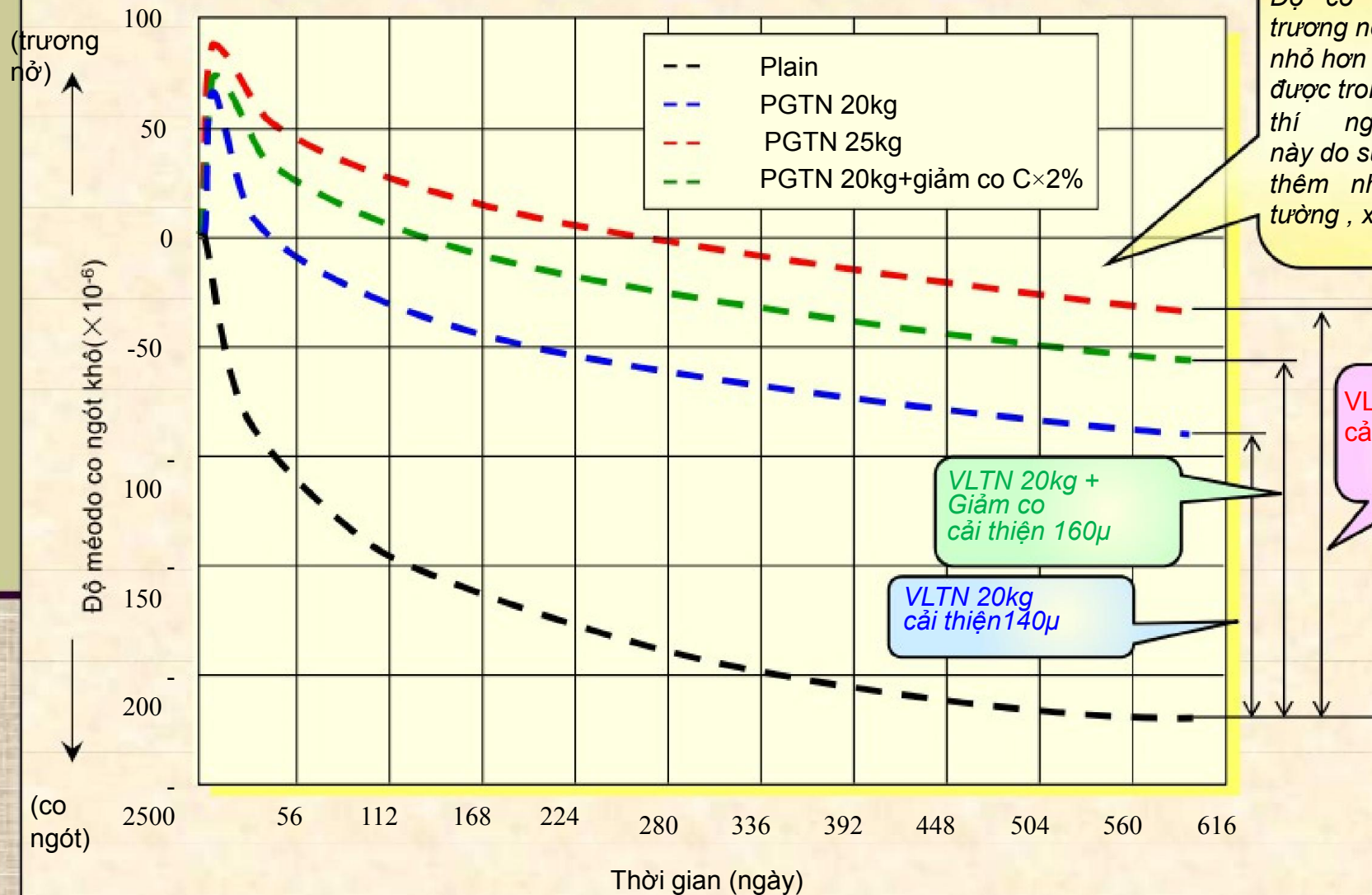
4. Ví dụ 3 - Điều tra nứt nẻ và đo độ trương nở ở kết cấu sàn bê tông thực

Độ méo do co ngót khô (loại bỏ tụt co ngót và co ngót do biến đổi nhiệt độ)



4. Ví dụ 3 - Điều tra nứt nẻ và đo độ trương nở ở kết cấu sàn bê tông thực

Để dễ nhìn vẽ lại bằng đường cong trơn



Độ co ngót trương nở đo được nhỏ hơn giá trị đo được trong phòng thí nghiệm. Điều này do sự bó buộc thêm như cột tường, xà.

VLTN 25kg cải thiện 200μ

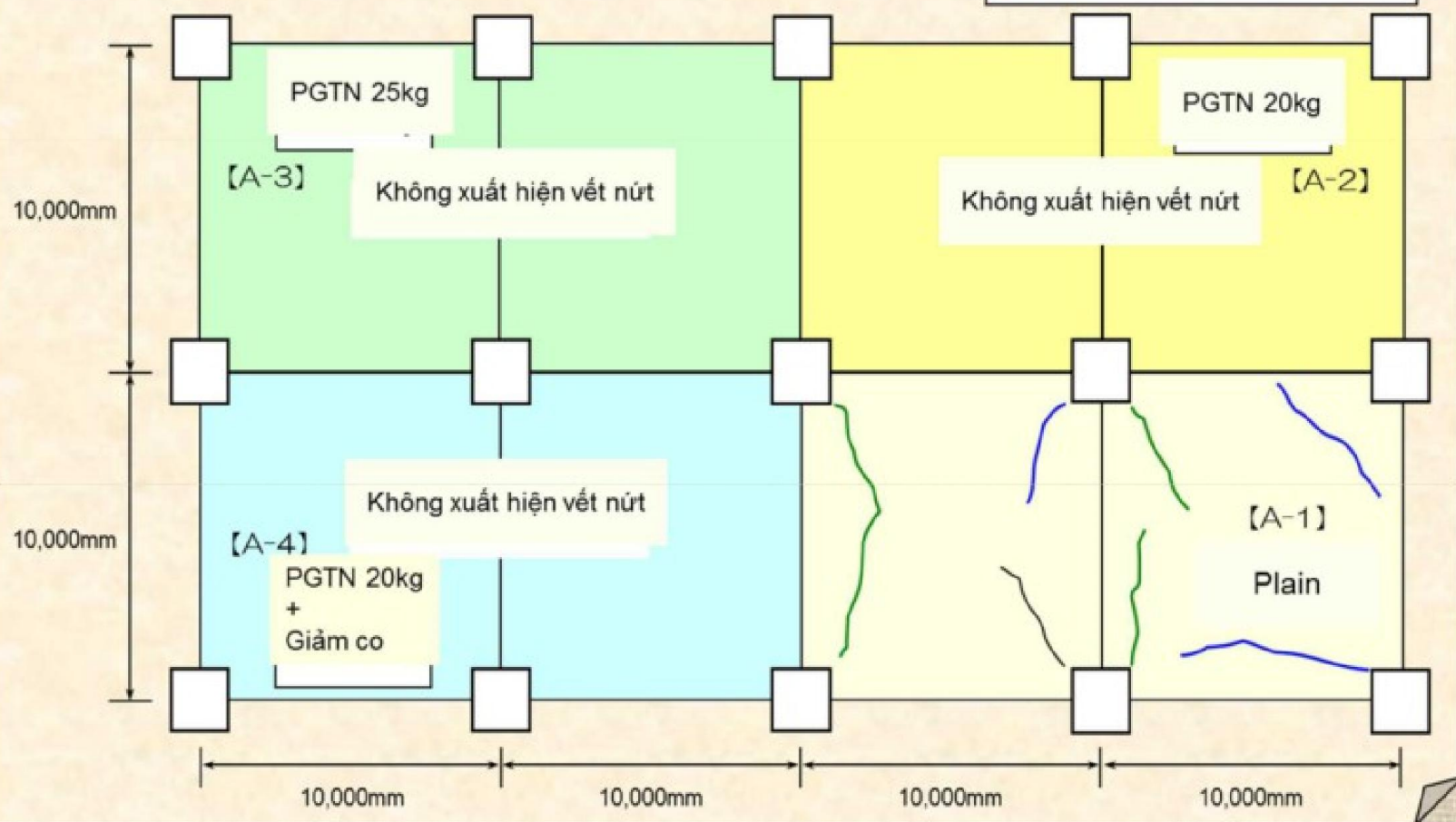
VLTN 20kg + Giảm co cải thiện 160μ

VLTN 20kg cải thiện 140μ

4. Ví dụ 3 - Điều tra nứt nẻ và đo độ trương nở ở kết cấu sàn bê tông thực

Trạng thái vết nứt
 BT thường xuất hiện vết nứt,
 BTTN không xuất hiện vết nứt.

	: 0.1mm未満
	: 0.1mm以上0.2mm未満
	: 0.2mm以上0.3mm未満
	: 0.3mm以上



5. Phụ gia trương nở

- Lược sử phụ gia trương nở¹⁾

1890: Candrot chỉ ra phản ứng $C_3A + \text{thạch cao}$

1892: Michaelis giải thích nguyên nhân nở phồng $C_3A + SO_3$.

kích cỡ, hình dạng keo thủy hóa giống tế khuẩn (cement bacillus)
cấu tạo keo là hệ $CaO-Al_2O_3-SO_3$ (Calcium Sulfo Aluminate).

1929: Lerch tìm ra cấu tạo hh keo Calcium Sulfo Aluminate
là $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$. Cấu tạo này giống với quặng
thiên nhiên tên là Ettringite. → gọi keo này là Ettringite.

1936: Cty Poliet et Chausson nghiên cứu xi măng trương nở.
thành phần quặng chứa hóa hợp $3CaO \cdot 3Al_2O_3 \cdot CaSO_4$ có
cấu tạo hóa học giống với quặng

Hauyne ($Ca_2Na_6Al_6Si_6O_{24}(SO_4)_2$), gọi hóa hợp này là Hauyne.

1965: Cty Denka chế tạo phụ gia TN hệ Calcium Sulfo Aluminate

1970: Nghiên cứu chế tạo PGTN dừng lại, đi vào nc ứng dụng.

1) 盛岡 実：セメント系膨張材の水和反応と材料設計

5. Phụ gia trơ nở

- Tiêu chuẩn phụ gia trơ nở

Hạng mục		Tiêu chuẩn JIS A 6202		
Thành phần hóa học	MgO	%	Nhỏ hơn 5.0	
	Igloss	%	Nhỏ hơn 3.0	
	Na ₂ Oeq	%	Nhỏ hơn 0.75	
	Cl-	%	Nhỏ hơn 0.05	
Tính chất vật lý	Độ mịn	cm ² /g	Lớn hơn 2000	
	Lượng còn lại (sàng 1.2mm) (1)	%	Nhỏ hơn 0.5	
	Ninh kết	Bắt đầu	min.	Sau 60
		Kết thúc	hr.	Trong 10
	Tính trơ nở (tỷ lệ biến đổi chiều dài) %	d7		Lớn hơn 0.025
		d28		Lớn hơn - 0.015
		d3		Lớn hơn 12.5
	Cường độ nén N/mm ²	d7		Lớn hơn 22.5
d28			Lớn hơn 42.5	

Note (1) : JIS Z 8801

Cấp phối vữa đo độ biến đổi chiều dài: W/C:50%, W:225g, VLTN:C×10%
 Cấp phối vữa đo cường độ nén :W/C:50%, W:225g, VLTN:C×5%

5. Phụ gia trơ nở

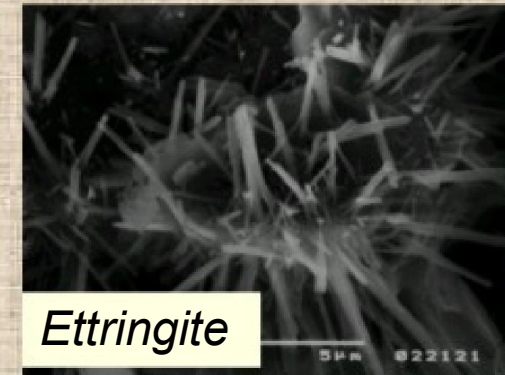
- Các loại phụ gia trơ nở

- Loại K : Calcium Sulfo Aluminate.
- Loại M : Xi măng CA, thạch cao.
- Loại S : C3A, thạch cao.
- Loại O : Vôi sống.

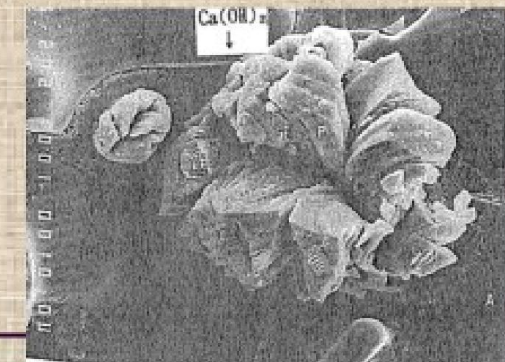
Phổ biến

Phổ biến

■ Loại K : Calcium Sulfo Aluminate thủy hóa sinh ra kết tinh $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$, Att
 $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 + 6\text{CaO} + 8\text{CaSO}_4 + 96\text{H}_2\text{O}$
 $\rightarrow 3(3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O})$



■ Loại O : Vôi sống sinh ra kết tinh $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$



5. Phụ gia trương nở

- Các loại phụ gia trương nở

Phụ gia trương nở	Ig-loss	Insol	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	f-CaO
Hệ Ettringite	<3.0	0.2~ 2.0	4.0	10.0	1.2	52.5	0.6	28.3	19.5
Hệ vôi sống	<3.0	-	4.8	1.2	0.8	76.3	0.6	15.4	50.0
Hệ Ettringite và vôi sống	<3.0	-	1.0	7.2	0.8	70.6	1.2	18.5	49.8

Phụ gia trương nở	Tỷ trọng (g/cm ³)	Độ mịn (cm ² /g)
Hệ Ettringite	2.95	2800
Hệ vôi sống	3.16	3450
Hệ Ettringite và vôi sống	3.10	3500

6. Bê tông trương nở

- Lược sử bê tông trương nở

1920: H.Lossier (Pháp) bắt đầu nghiên cứu BTTN

1960: NC BTTN của Âu Châu và Liên Xô đăng tạp trí JSCE

1962: Nhật Bản bắt đầu nghiên cứu VLTN

1967: Cty Denka bán sp PGTN CSA#20 đầu tiên ra thị trường

1976: Hội nghiên cứu PGTN thành lập

~~1978: AIJ phát hành tckt thiết kế cấp phối & thi công BT PGTN~~

1979: JSCE phát hành tckt thiết kế cp & thi công BT sd PGTN

1980: Phát hành tc JIS A 6202 PGTN dùng cho BT

6. Bê tông trương nở

- Phân loại bê tông trương nở²⁾

Tên tiêu chuẩn	Nội dung tiêu chuẩn		
	Lượng trương nở	Lượng sử dụng	Phương pháp thí nghiệm
Tiêu chuẩn thiết kế thi công bê tông trương nở (JSCE)	Mục đích giảm co ngót → $150 \sim 250 \times 10^{-6}$ Mục đích tạo ứng suất hóa học → $200 \sim 700 \times 10^{-6}$ (Bê tông đúc sẵn, $200 \sim 1000 \times 10^{-6}$)	Mục đích giảm co ngót → 20or30kg/m ³ Mục đích tạo ứng suất hóa học → 45~60kg/m ³	JIS A 6202 (Phương pháp A)
Yếu lãnh quản lý thi công (NEXCO)	Mục đích giảm co ngót → $100 \sim 300 \times 10^{-6}$ Mục đích tạo ứng suất hóa học → $200 \sim 700 \times 10^{-6}$ (Bê tông đúc sẵn, $200 \sim 1000 \times 10^{-6}$)	Mục đích giảm co ngót → 20or30kg/m ³ Mục đích tạo ứng suất hóa học → 45~60kg/m ³	JIS A 6202 (Phương pháp A)
Tiêu chuẩn thiết kế thi công BT sử dụng VLTN (AIJ)	Tỷ lệ trương nở → 7 ngày nở trên 150×10^{-6} → 6 tháng co dưới -450×10^{-6}	Không quy định	Tỷ lệ nở → JIS A 6202(PP A) Tỷ lệ co ngót → JIS A 6202(PP B)

6. Bê tông trương nở

- Đo độ trương nở

Bảng thép cố định

Thanh thép
PC

Con nối

Gậy ràng buộc

Đổ BT

Sau khi đổ

Dưỡng sinh

đo (7 ngày tuổi)

JIS A 6202

Đo độ biến đổi chiều dài

Bê tông trương nở : $150 \sim 250 \times 10^{-6}$

6. Bê tông truong nở

- Độ lớn ứng suất nén



Từ điều kiện cân bằng lực

$$P_c = P_s$$

$$\sigma_c \cdot A_c = \sigma_s \cdot A_s$$

Tỷ lệ thép : khoảng 1.0%

$$\therefore \sigma_c = \frac{A_s}{A_c} \sigma_s = p \cdot E_s \cdot \epsilon_s$$

Hệ số đàn hồi của thép 200kN/mm²

Độ truong nở 200×10⁻⁶

Ứng suất nén đưa vào trong BT là 0.4N/mm²

6. Bê tông trương nở

- Các tính chất

1. Tính chất bê tông trương nở dạng tươi

Độ mềm, lượng khí, thời gian ninh kết, lượng tách nước giống với bê tông thường

2. Tính chất trương nở, co ngót khô của bê tông trương nở

Cùng một tỷ lệ thép, độ trương nở tăng theo lượng phụ gia

Cùng lượng phụ gia tỷ lệ thép tăng độ trương nở giảm

Lượng trương nở, tốc độ trương nở phụ thuộc vào chủng loại xi măng, điều kiện nhiệt độ, độ ẩm môi trường

Lượng co ngót khô giảm 10-30% (không bó buộc), bằng (có bó buộc) so với bê tông thường

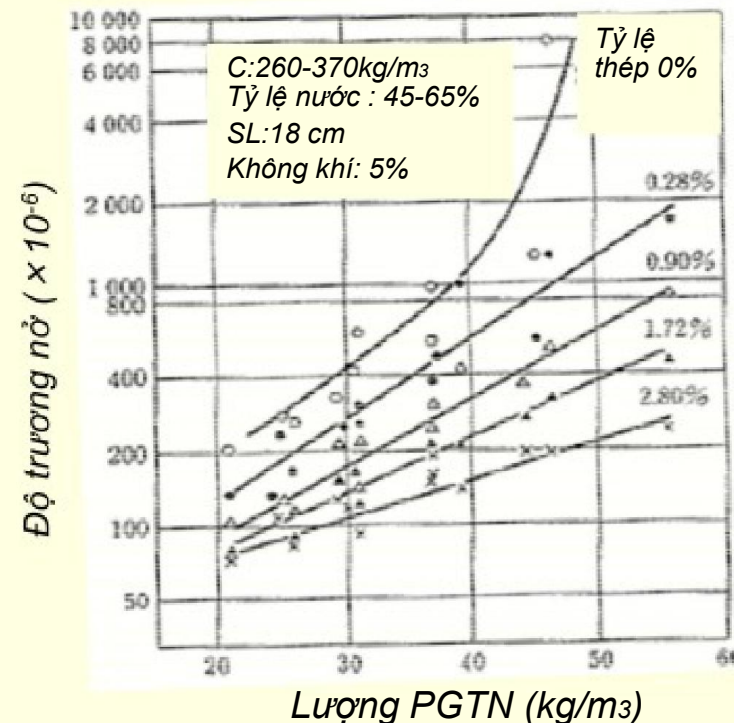


Fig: quan hệ lượng PGTN và độ trương nở thay đổi theo tỷ lượng thép

(土木学会：膨張コンクリート設計施工指針)

6. Bê tông trương nở

- Các tính chất

3. Cường độ của BT sd phụ gia trương nở

Cường độ của bê tông giảm nếu độ trương nở vượt qua mức giới hạn

Cường độ kéo, uốn, bám dính giống với bê tông thường

Hệ số đàn hồi, lượng từ biến giống với bê tông thường

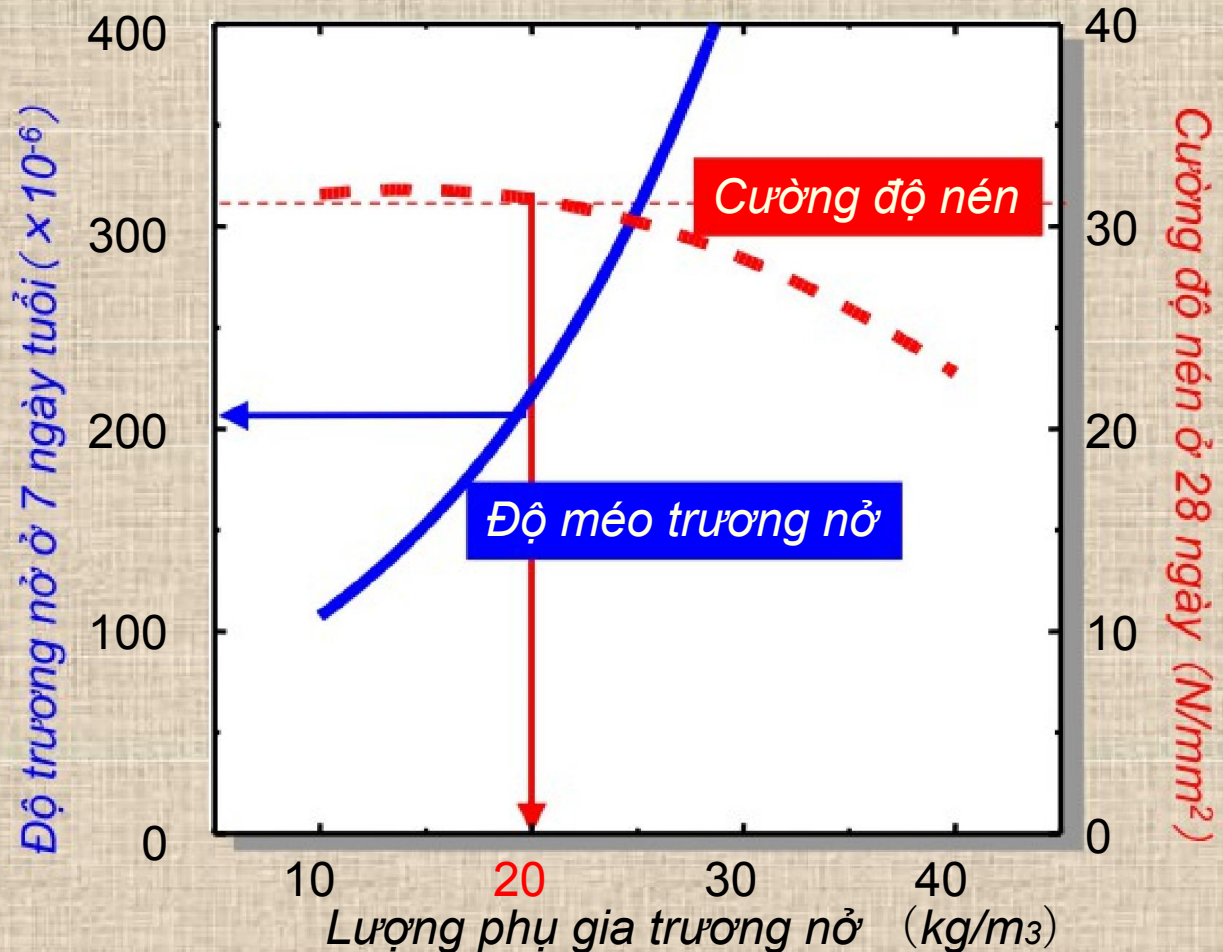


Fig: Cường độ nén và lượng phụ gia trương nở (một ví dụ)

6. Bê tông trương nở

- Các tính chất

4. Tính bền

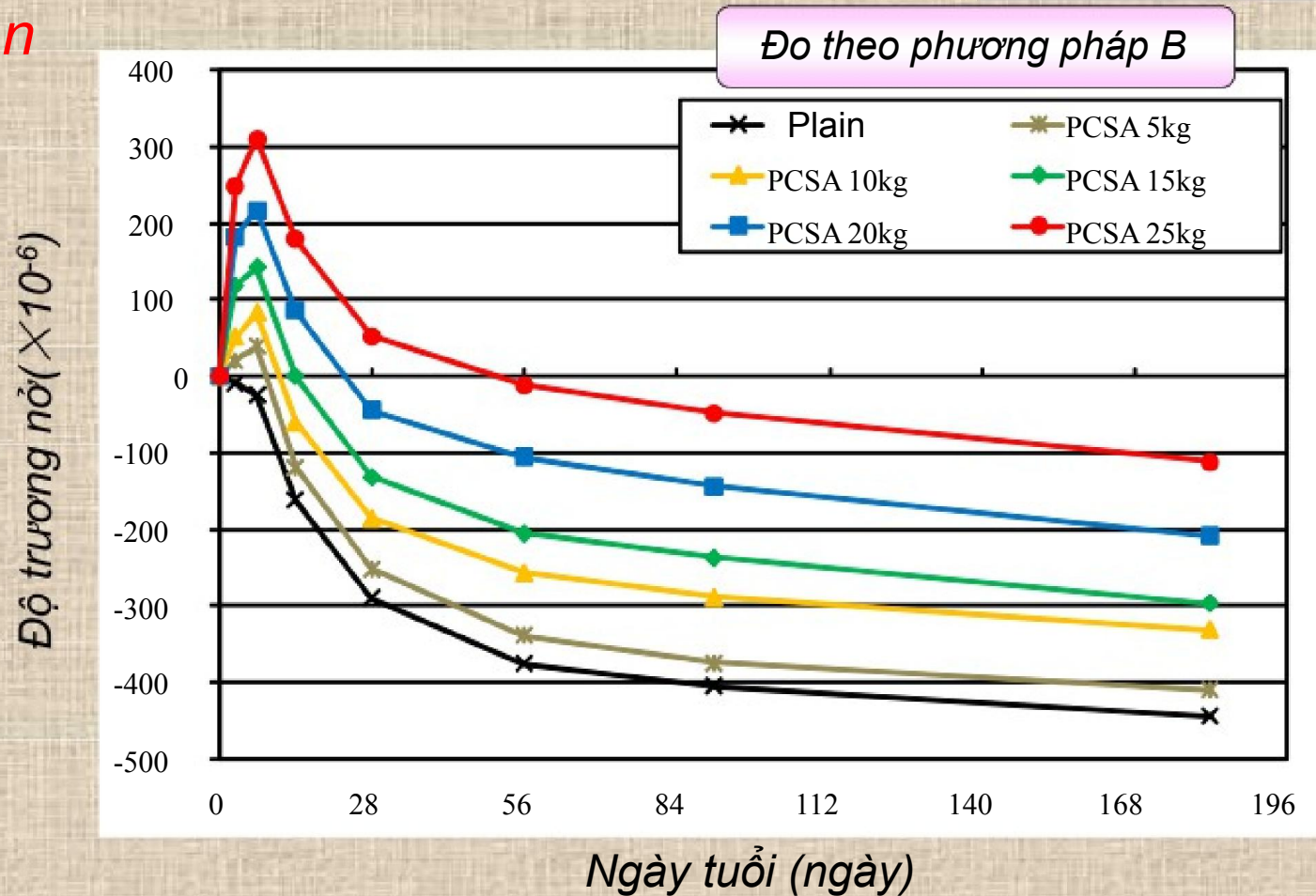


Fig: Lượng co ngót khô của BTTN sử dụng PGTN (một ví dụ)

Ổn định về độ nở phồng, lượng co ngót ít, kháng nứt do co ngót khô.

6. Bê tông trương nở

- Các tính chất

4. Tính bền

Tính chịu muối axit , trung tính hóa, mài mòn giống với bê tông thường.

Ở điều kiện bó buộc tính kỵ , ngăn nước của bê tông trương nở tốt hơn so với bê tông thường.

6. Bê tông trương nở

- Tính chất cơ học

① Tăng momen uốn tại thời điểm vết nứt xuất hiện.
→ Tăng cường khả năng kháng nứt nẻ

⇒ hiệu quả ứng lực nén hóa học

② Chế ngự, làm giảm bề rộng vết nứt, phân tán vết nứt đồng đều sau khi nứt

⇒ hiệu quả độ méo nở hóa học

③ Độ võng nhỏ hơn bê tông thường.

④ Nâng cao tính kháng tải trọng phát sinh vết nứt nghiêng.
→ Nâng cao khả năng chịu ứng suất cắt

⇒ hiệu quả ứng lực nén hóa học

6. Bê tông trương nở

- Tính chất cơ học

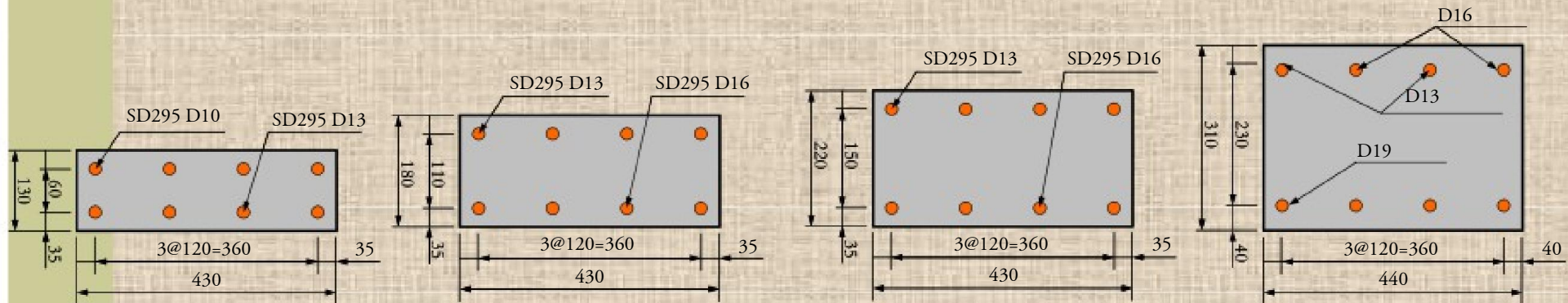
Thực nghiệm gia tải uốn trên cấu kiện từng phần của hộp bê tông³⁾



3) 栖原 健太郎・李 春鶴・芦田 公伸・辻 幸和：膨張コンクリートを用いたCPCはりの曲げひび割れ幅の評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.2，2009

Kích cỡ mẫu thử

Chủng loại I hộp bê tông gồm có 46 loại, lấy cấu kiện nóc của 4 loại hộp bê tông làm mẫu thử để làm thực nghiệm gia tải uốn.



	Series I	Series II	Series III	Series IV
Chiều rộng (mm)	430	430	430	440
Chiều cao (mm)	130	180	220	310
Tỉ lệ thép bên phía kéo (%)	1.30	1.29	1.01	0.95
Tỉ lệ thép bên phía nén (%)	0.77	0.85	0.67	0.56

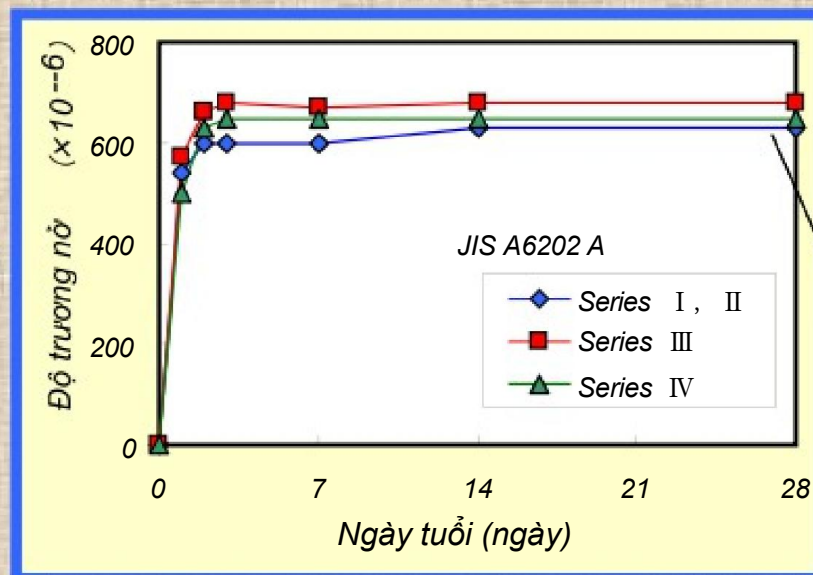
Làm thực nghiệm gia tải uốn trên 4 mẫu bê tông sử dụng phụ gia trương nở có kích cỡ như trên, đánh giá độ rộng vết nứt, kiểm tra tính hiệu quả của phụ gia trương nở.

Cấp phối và đặc tính bê tông trạng nở

Phụ gia trạng nở hệ Ettringite

Cấp phối bê tông

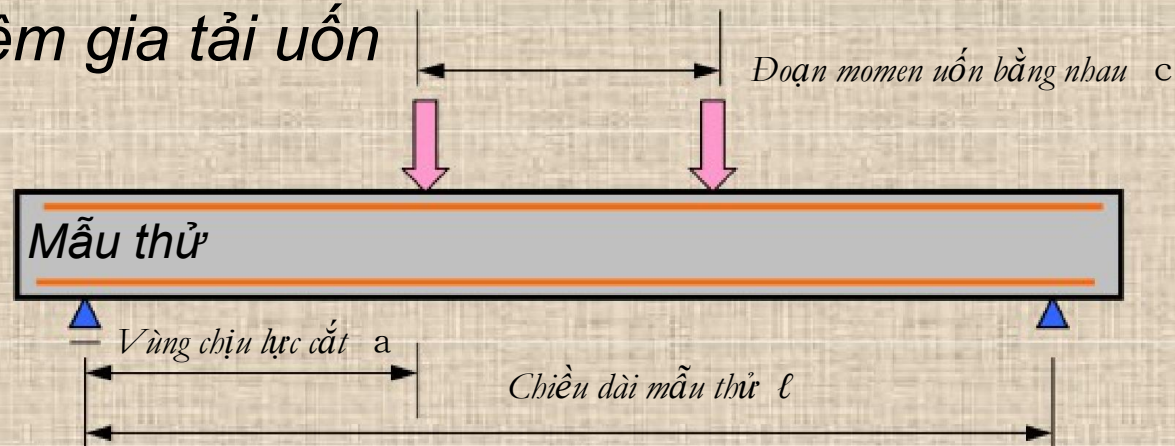
Hạng mục	W/B (%)	s/a (%)	Lượng đơn vị (kg/m ³)					
			Nước	Xi	CSA	Cát	Đá	SP.
BT thường	47	49	168	357	0	904	955	1.97
BT trạng nở	45	48	168	313	60	879	967	2.05



Độ trương nở 630×10⁻⁶

Khái quát về thực nghiệm gia tải uốn

Thực nghiệm gia tải uốn

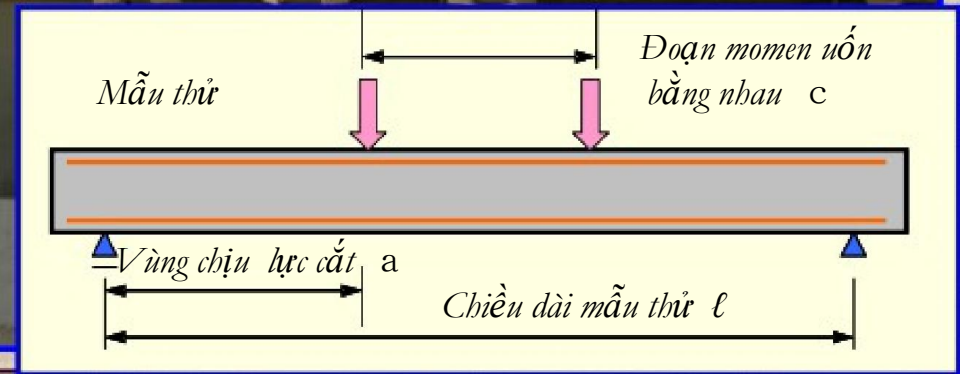
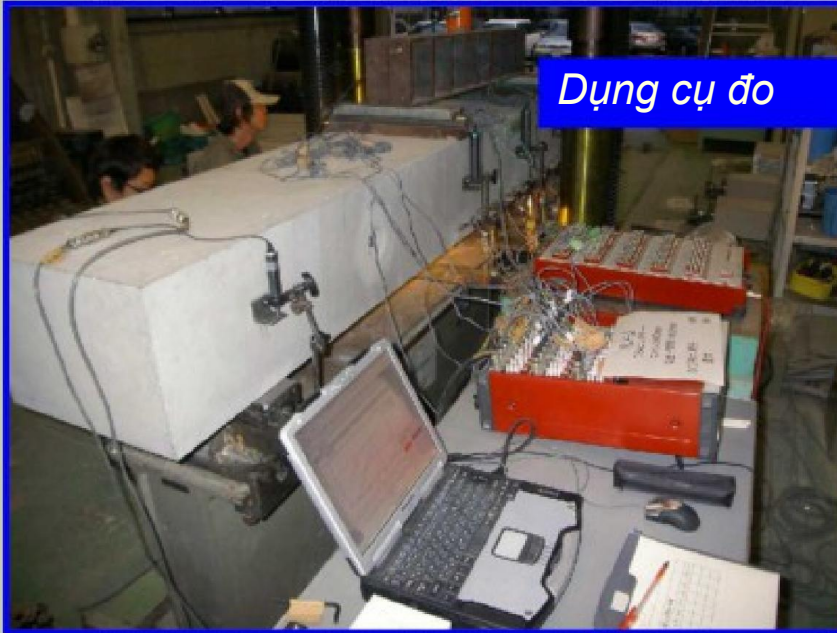


Điều kiện gia tải

	Series I	Series II	Series III	Series IV
Chiều dài mẫu thử (mm)	1800	2100	2400	3000
Đoạn momen uốn bằng nhau (mm)	600	700	800	1000
Vùng chịu lực cắt (mm)	600	700	800	1000

Gia tải cấp 1 : độ biến dạng của thép kéo là 1000×10^{-6}

Gia tải cấp 2 : độ biến dạng của thép kéo là 1500×10^{-6}



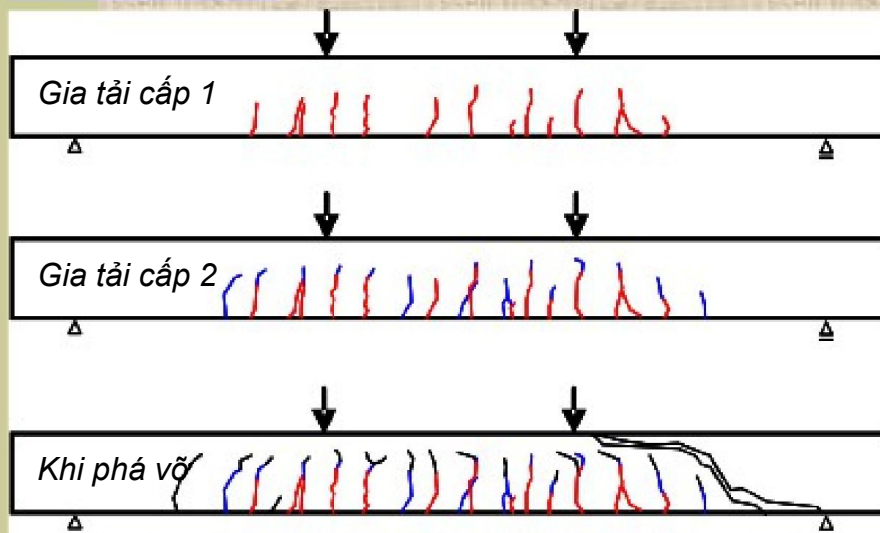
Kết quả thực nghiệm

Series		Bê tông thường			Bê tông trương nở		
		Thép chủ hàng phục	Phá vỡ	Hình thức phá vỡ	Thép chủ hàng phục	Phá vỡ	Hình thức phá vỡ
I	No.1	64.7	79.7	Kéo uốn	62.4	77.6	Kéo uốn
	No.2	63.7	79.5	Kéo uốn	65.0	79.8	Kéo uốn
	No.3	58.0	80.5	Kéo uốn	63.8	76.1	Kéo uốn
II	No.1	118.9	141.2	Kéo uốn	125.6	145.5	Kéo uốn
	No.2	118.2	149.7	Kéo uốn	129.3	143.2	Kéo uốn
	No.3	119.5	149.2	Kéo uốn	121.6	144.5	Kéo uốn
III	No.1	138.6	175.9	Kéo uốn	144.5	172.9	Kéo uốn
	No.2	132.4	175.7	Kéo uốn	147.8	176.0	Kéo uốn
	No.3	140.1	175.5	Kéo uốn	142.5	172.4	Kéo uốn
IV	No.1	246.1	268.6	Cắt✖ 2	252.4	303.9	Kéo uốn
	No.2	243.8	297.5	Cắt✖ 2	241.2	293.6	Kéo uốn
	No.3	237.4	293.9	Kéo uốn	238.2	309.3	Kéo uốn

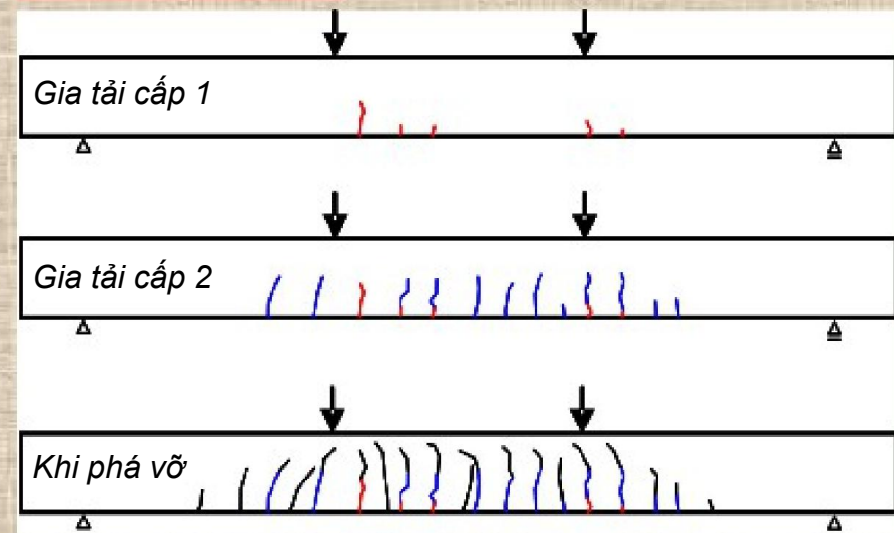
Trạng thái vết nứt

(Series IV)

BT thường



BT trương nở



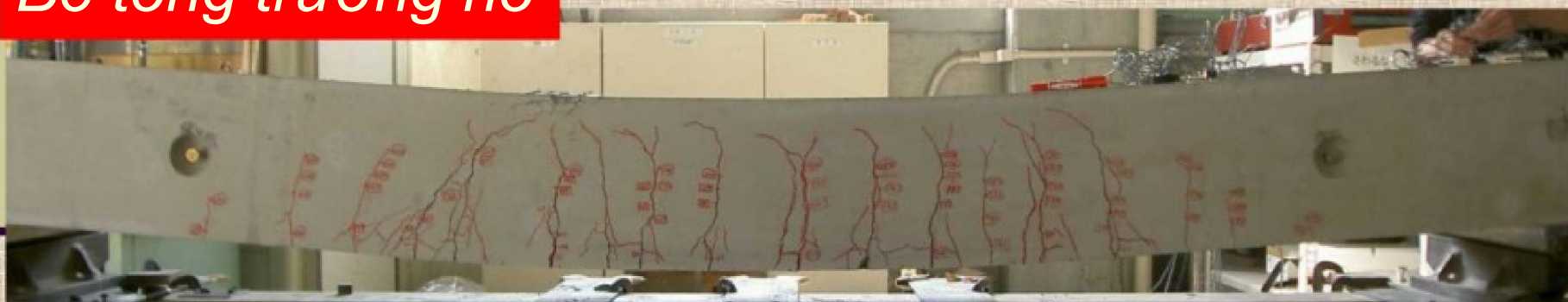
Cùng một điều kiện gia tải , so với bê tông thường bê tông trương nở

- ① Ít vết nứt nẻ, vết nứt nẻ phân tán đồng đều.
- ② Bề rộng vết nứt nhỏ.

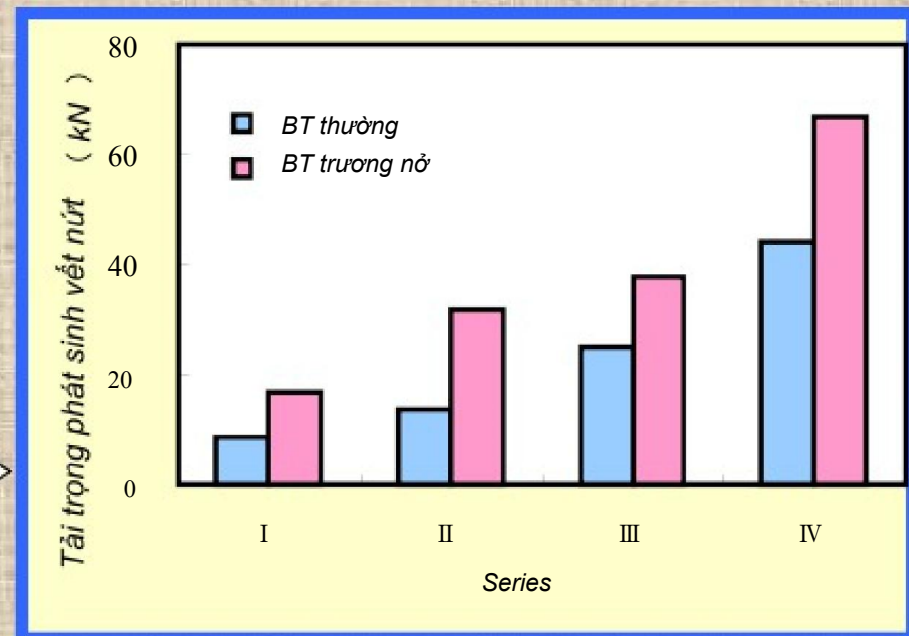
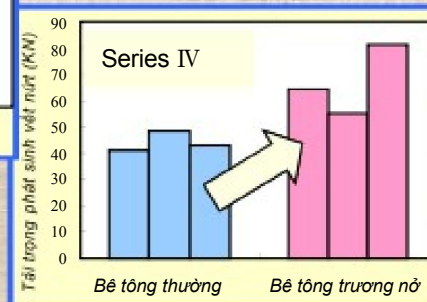
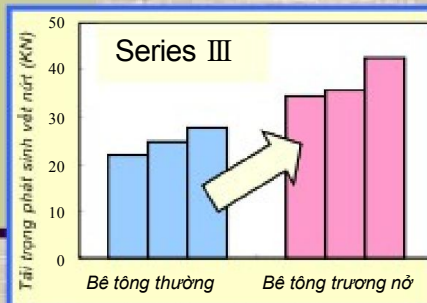
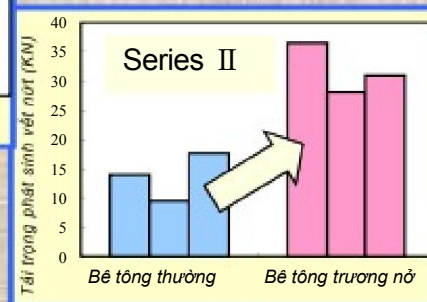
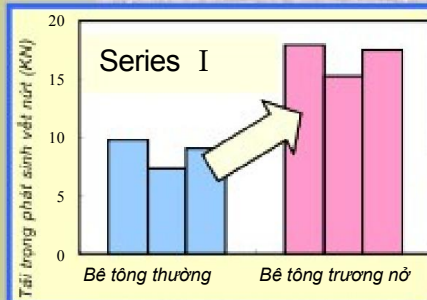
Bê tông thường



Bê tông trơ nở

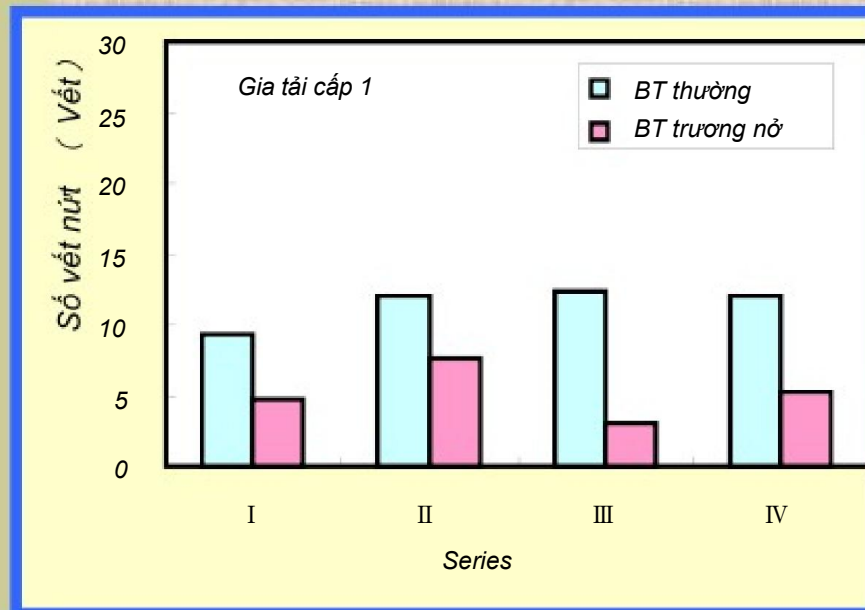


Tải trọng làm phát sinh vết nứt



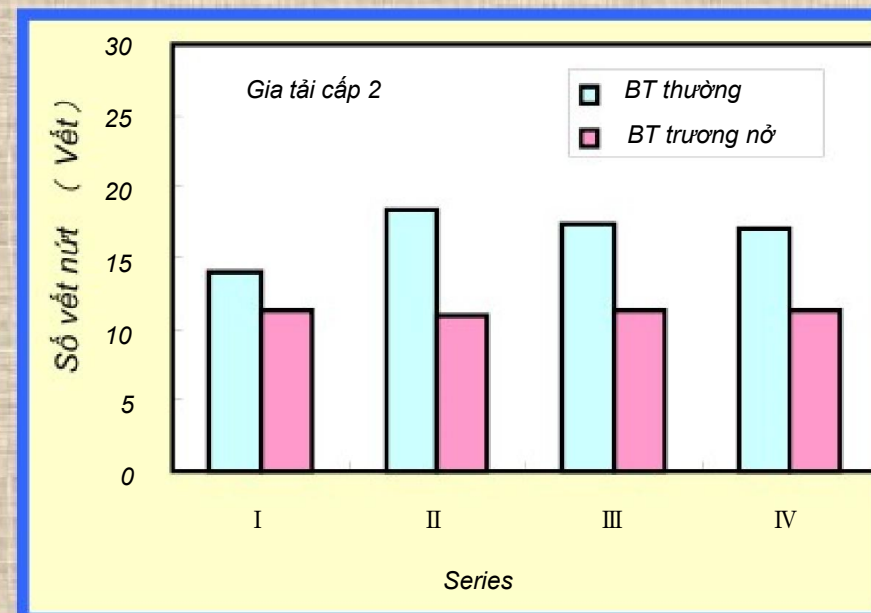
So với mẫu thử RC sử dụng bê tông thường, tải trọng uốn làm phát sinh vết nứt của mẫu thử bê tông trương nở CPC lớn (hiệu quả lực nén hóa học)

Số vết nứt



So với mẫu thử bê tông thường RC, mẫu thử bê tông trương nở CPC ít vết nứt hơn

→ Bề rộng của các vết nứt hẹp bê tông trương nở giảm nứt nẻ, cho dù sau khi phát sinh vết nứt vẫn có khả năng chế ngự bề rộng vết nứt, làm bề rộng vết nứt nhỏ hơn.



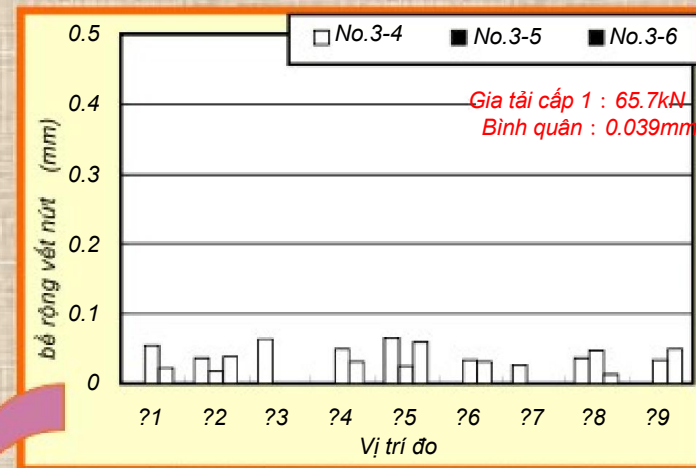
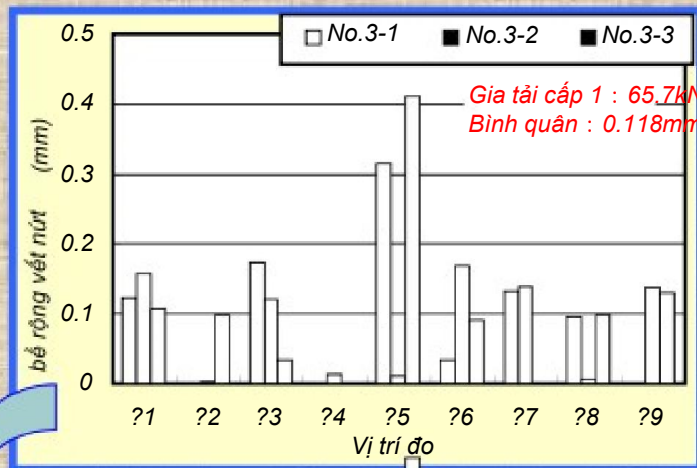
Bề rộng vết nứt

(Series III)

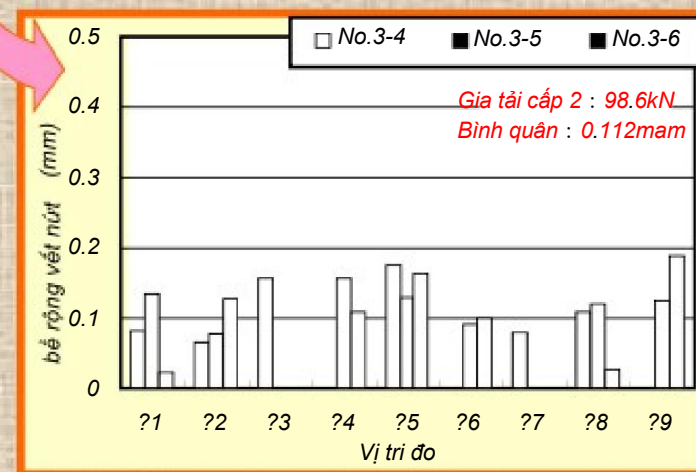
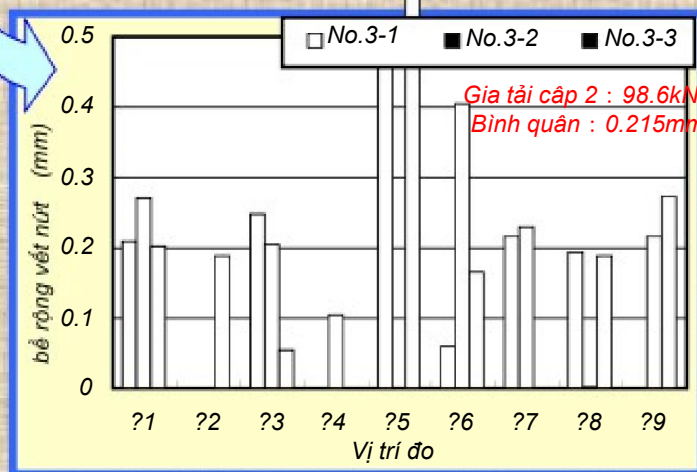
Bê tông thường

Bê tông trơ nở

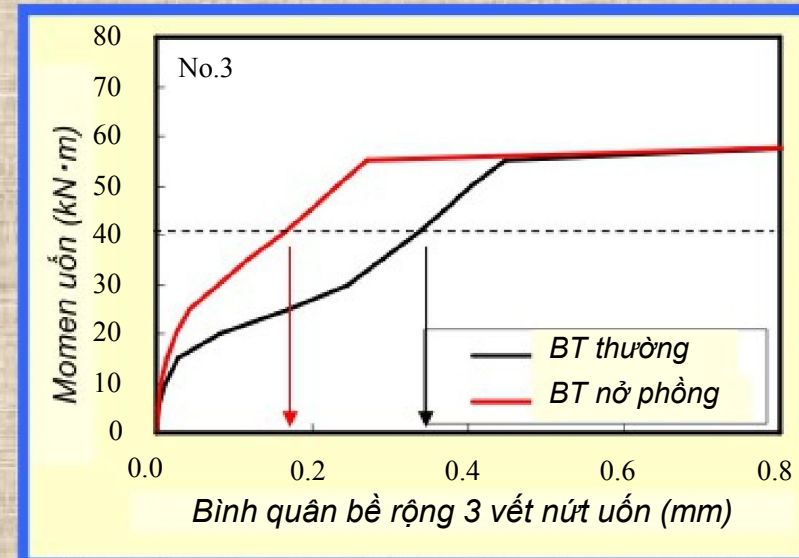
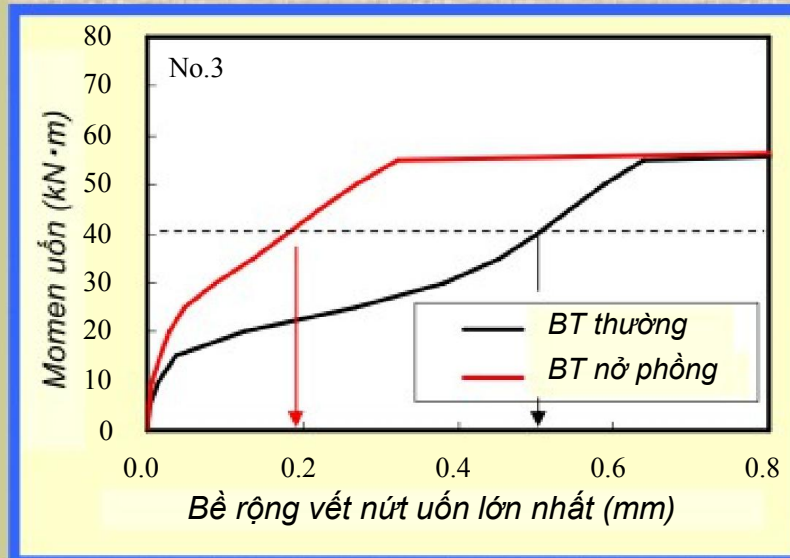
Gia tải cấp 1



Gia tải cấp 2



Momen uốn và bề rộng vết nứt (Series III)



Cùng momen uốn như nhau,
Bề rộng vết nứt của mẫu thử CPC nhỏ hơn so với mẫu thử RC

Bề rộng vết nứt là độ chênh lệch độ giãn của thép và bê tông.
→ ở mẫu thử CPC, độ méo của thanh thép nhỏ là do bị méo trước bởi lực nén hóa học tác dụng vào bê tông

6. Bê tông trướng nở

- Tổng hợp tính chất cơ học

① Tăng momen uốn tại thời điểm vết nứt xuất hiện.
→ Tăng cường khả năng kháng nứt nẻ

⇒ hiệu quả ứng lực nén hóa học

② Chế ngự, làm giảm bề rộng vết nứt, phân tán vết nứt đồng đều sau khi nứt

⇒ hiệu quả độ méo nở hóa học

③ Độ võng nhỏ hơn bê tông thường.

④ Nâng cao tính kháng tải trọng phát sinh vết nứt nghiêng.
→ Nâng cao khả năng chịu ứng suất cắt

⇒ hiệu quả ứng lực nén hóa học

6. Bê tông trương nở

- Tính toán ứng suất nén, độ trương nở

???

Biết được sự cải thiện tính chịu lực khi sd BT trương nở, tuy nhiên làm thế nào để đánh giá ứng suất nén hóa học (*Chemical pre-stress*) độ trương nở hóa học (*Chemical Press Train*)

Quy tắc lượng công không đổi

Đo độ biến đổi chiều dài (7 ngày tuổi)



Đo độ biến đổi chiều dài



Lực nén, độ méo hóa học của các cấu kiện cụ thể

Khái niệm quy tắc lượng công không đổi

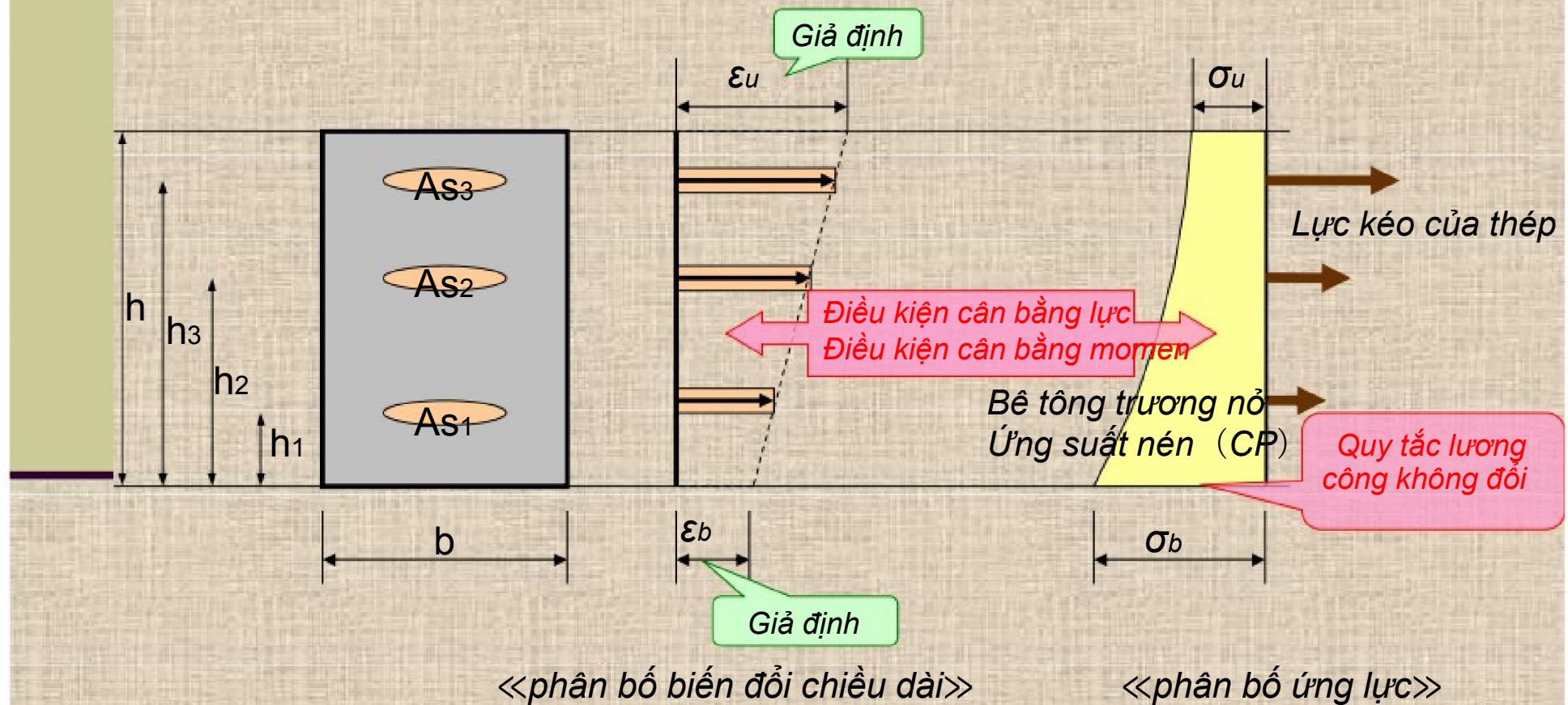
Lượng công mà bê tông trương nở tác dụng vào vật bó buộc, là một lượng không đổi theo độ bó buộc.

$$\text{Lượng công} : U = \frac{1}{2} \sigma_c \cdot \varepsilon_s = \text{const}$$

σ_c : ứng lực nén hóa học
 ε_s : độ biến đổi chiều dài của thanh thép bó buộc
 (*Chemical Press Train*)

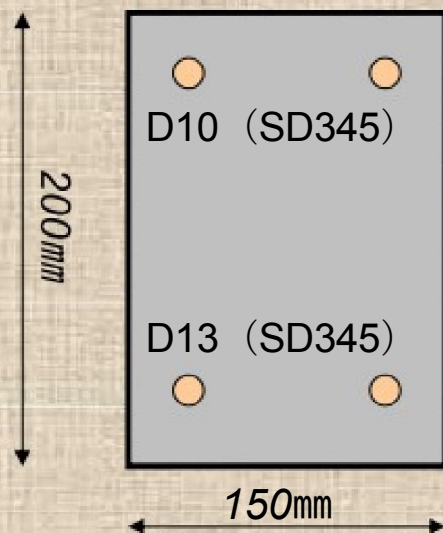
Phương pháp tính ứng suất nén hóa học

Xác định ứng lực nén hóa học, và độ méo nở hóa học của kết cấu bê tông cốt thép sử dụng phụ gia trương nở

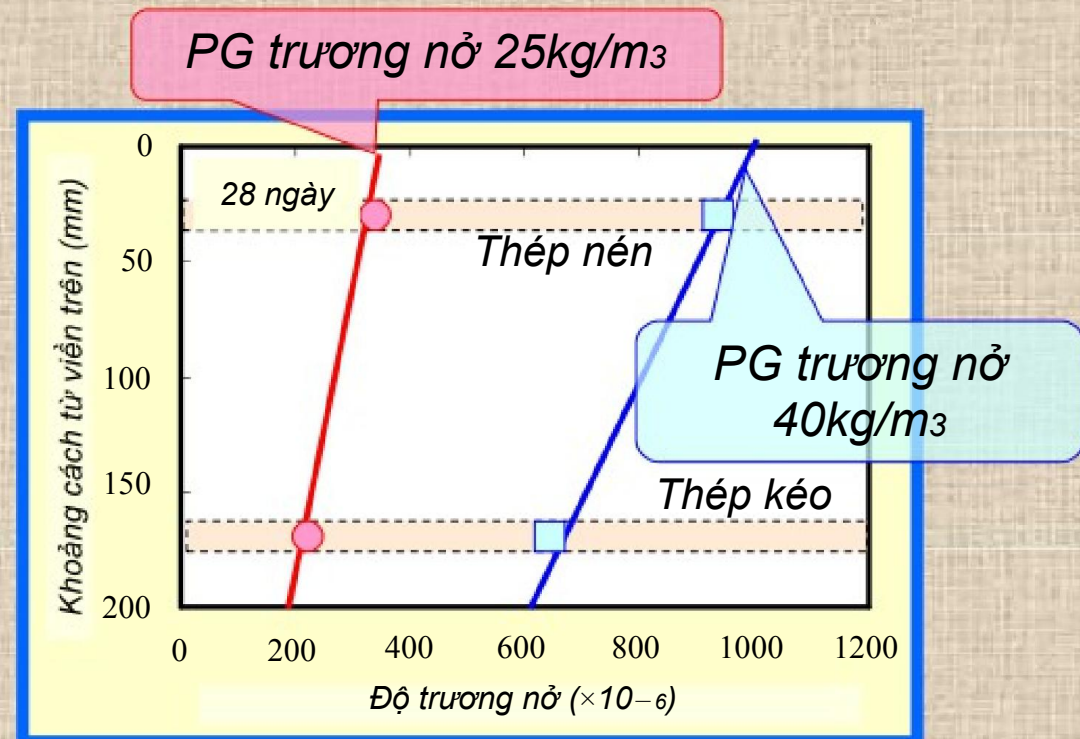


Ví dụ kết quả tính độ trương nở hóa học

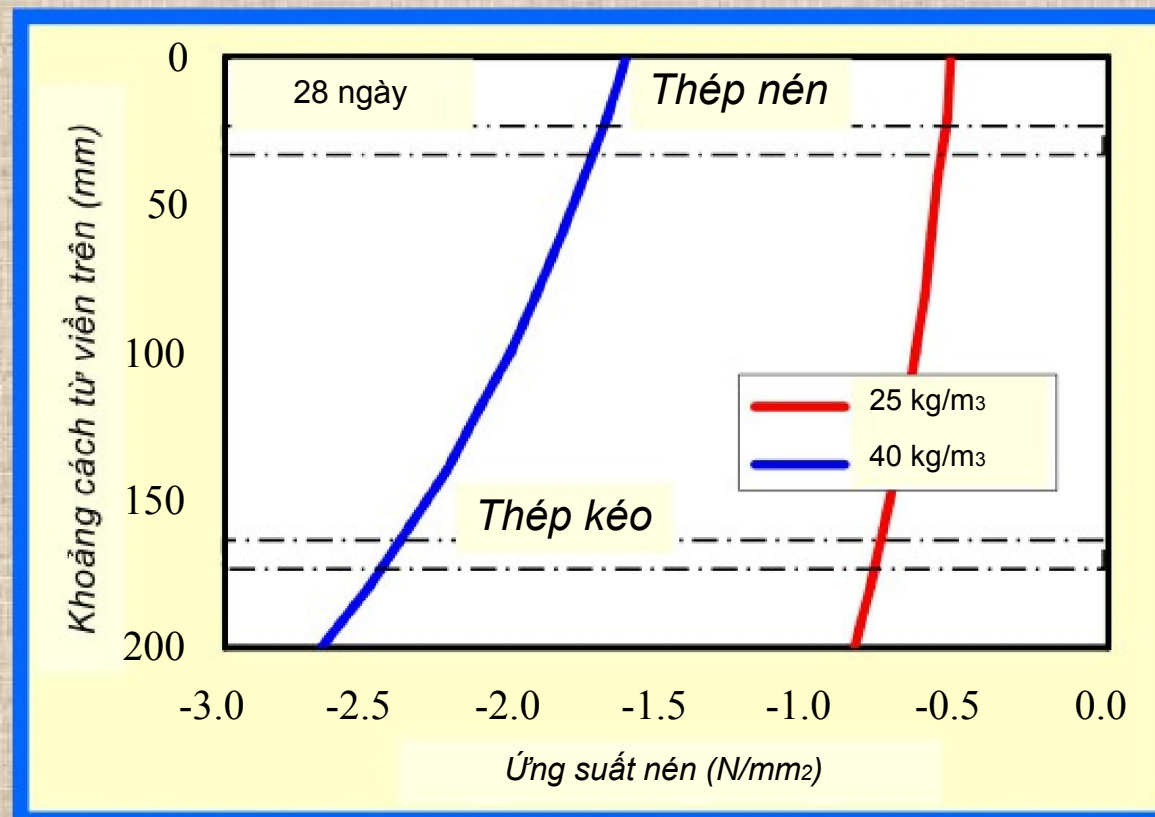
Xác định ứng lực nén hóa học, và độ méo nở hóa học của kết cấu bê tông cốt thép sử dụng phụ gia trương nở



Chiều dài mẫu thử : 1200mm



Ví dụ kết quả tính ứng suất nén



6. Bê tông trương nở

- Những lưu ý trong tính toán thiết kế 2)

Hạng mục	Mục đích giảm co ngót (150~250×10 ⁻⁶)	Mục đích tạo ứng suất hóa học (200~700×10 ⁻⁶)
Bề rộng vết nứt uốn	Có ảnh hưởng	Có ảnh hưởng
Cường độ nén	Giống bê tông thường	Tùy vào độ bó buộc để đánh giá
Cường độ kéo	Giống bê tông thường	Tùy vào độ bó buộc để đánh giá
Cường độ bám dính	Giống bê tông thường	Tùy vào độ bó buộc để đánh giá
Cường độ chịu tải	Giống bê tông thường	Tùy vào độ bó buộc để đánh giá
Tỷ lệ co ngót	Nhỏ hơn bê tông thường 10-30% (ko bó buộc) Tương đương với bê tông thường (có bó buộc)	Tùy vào kích cỡ cấu kiện, trạng thái bó buộc, cấp phối bê tông, điều kiện môi trường
Độ từ biến	Giống bê tông thường	Tùy vào kích cỡ cấu kiện, trạng thái bó buộc, cấp phối bê tông, điều kiện môi trường
Ứng suất nén hóa học	Không ảnh hưởng	Xác định dựa vào loại cấu tạo, trạng thái bó buộc, phương pháp thi công
Độ chịu lực nén phương trục	Không ảnh hưởng	Có ảnh hưởng
Độ chịu lực kéo uốn	Không ảnh hưởng	Không ảnh hưởng

6. Bê tông trương nở

- Những lưu ý trong tính toán thiết kế 2)

Hạng mục	Mục đích giảm co ngót (150~250×10 ⁻⁶)	Mục đích tạo ứng suất hóa học (200~700×10 ⁻⁶)
Lượng thép nhỏ nhất	Cấu kiện hình chữ nhật 0.25% Cấu kiện hình chữ T 0.35%	Cấu kiện hình chữ nhật 0.25% Cấu kiện hình chữ T 0.35%
Bề rộng vết nứt uốn	Có ảnh hưởng	Có ảnh hưởng
Lượng biến vị, biến hình	Nhỏ hơn bê tông thường	Nhỏ hơn bê tông thường
Trạng thái giới hạn rão	Không ảnh hưởng	Không ảnh hưởng
Phương pháp phối chế thép và lượng thép sử dụng	Giống bê tông thường	Tùy vào loại cấu kiện, tính chất tải trọng, lượng trương nở, phương pháp thi công
Ôn định thép	Không ảnh hưởng	Có ảnh hưởng
Tay nối thép	Không ảnh hưởng	Có ảnh hưởng
Mối nối bê tông	Có ảnh hưởng	Có ảnh hưởng
Môi nứt	Có thể rộng hơn bê tông thường	Có thể rộng hơn bê tông thường

2) 土木学会：膨張コンクリート設計施工指針

7. Sản phẩm phụ gia trơ nở của công ty Denka

Lược sử phụ gia trơ nở của DENKA

Phụ gia trơ nở là phụ gia dùng cho BT được quy định theo tc JIS A 6202

Giảm co ngót, do đó giảm nứt nẻ

1964 Nghiên cứu thành công 「DENKA CSA#20」 (VLTN đầu tiên tại Nhật)

1967 Bắt đầu bán 「DENKA CSA#20」 trên thị trường

1976 Lập hội nghiên cứu về vật liệu trơ nở

1980 Nghiên cứu và bán sản phẩm 「DENKA CSA100R」

1980 Tiêu chuẩn vật liệu trơ nở 「JIS A 6202」 công bố

1982 Hội kiến trúc Nhật phát hành chỉ nam thiết kế thi công BT sd VLTN

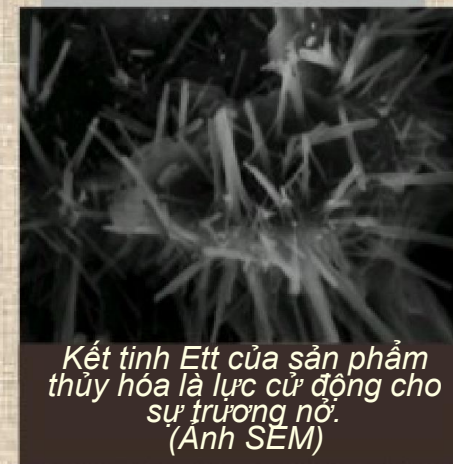
1993 Hội xây dựng Nhật phát hành chỉ nam thiết kế thi công BTTN

1997 Cải chính 「JIS A 6202」

2001 Nghiên cứu sản xuất bán sp DENKA POWER CSA type S、R」

2008 Nghiên cứu sản xuất bán sp DENKA POWER CSA type T

Phụ gia trơ nở 「DENKA CSA」 có thành tích gần 50 năm, ứng dụng rộng trong các công trình xây dựng, được các nhà xây dựng tin dùng.



Phụ gia trơ ở DENKA POWER CSA

Đặc trưng

- PGTN hệ hỗn hợp Ettringite + vôi sống
- Dạng bột màu trà nhạt
- Tiêu chuẩn JIS A 6202

Lượng dùng

20kg/m³ bê tông

Ứng dụng chủ yếu

Power CSA type **S**

- Sàn nhà kho, nhà máy cấu tạo cốt thép
- Tường, sàn cấu tạo bê tông cốt thép
- Gia cường đê chắn, **phụ gia cho vữa không co ngót**

Power CSA type **R**

- Dùng cho bê tông khối lớn như tấm chịu áp, bệ máy, hồ ga công trình ngầm

Power CSA type **T**

- Bê tông mái hầm

Giá cả

Power CSA type **S** : 120円/kg

Power CSA type **R** : 140円/kg

Power CSA type **T** : 140円/kg

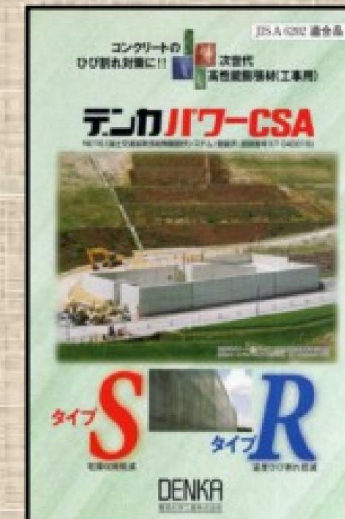
Phương pháp sử dụng

Lượng đơn vị xi măng : trên 290kg

Thay thế cho lượng xi măng

Lượng đơn vị xi măng : dưới 290kg

Thay thế lượng cốt liệu



Cấu kiện bê tông và chủng loại Power CSA

Phụ gia trương nở DENKA POWER CSA

- DENKA POWER CSA type **S** → đối sách cho nứt nở do co ngót khô
- DENKA POWER CSA type **R** → đối sách cho nứt nở do ứng suất nhiệt
- DENKA POWER CSA type **T** → đối sách cho nứt nở bê tông mái hầm
(nứt nở do co ngót khô + nứt nở do nhiệt)

Các cấu kiện bê tông sử dụng phụ gia trương nở DENKA POWER CSA

DENKA POWER CSA type **S**

- sàn bê tông
- sàn bê tông kết hợp tấm thép
- sàn bê tông
- ngoài ra những công trình lo lắng nứt nở bê tông do co ngót khô



DENKA POWER CSA type **R**

- tấm chịu áp
- hồ ga ngầm
- ngoài ra những công trình lo lắng nứt nở do ứng suất nhiệt.

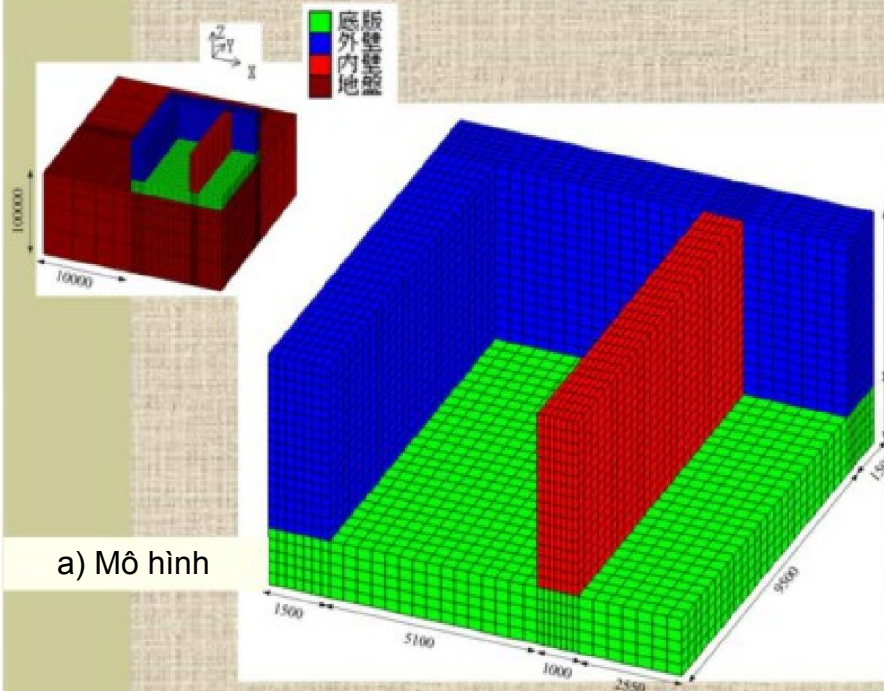


DENKA POWER CSA type **T**

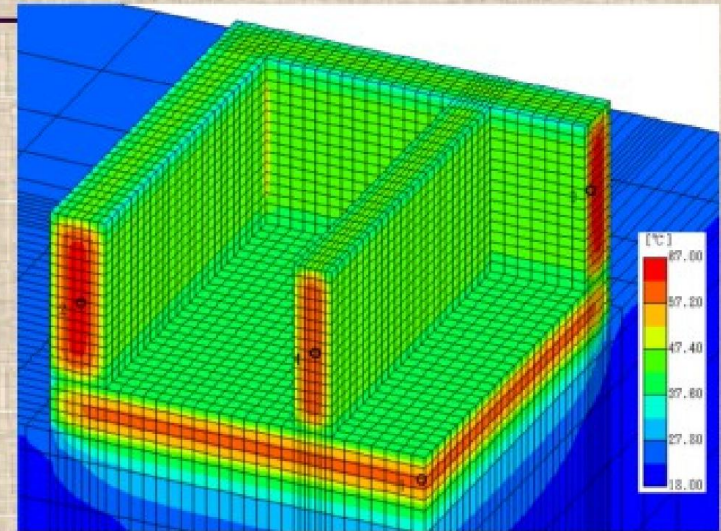
- chuyên dụng cho bê tông mái hầm



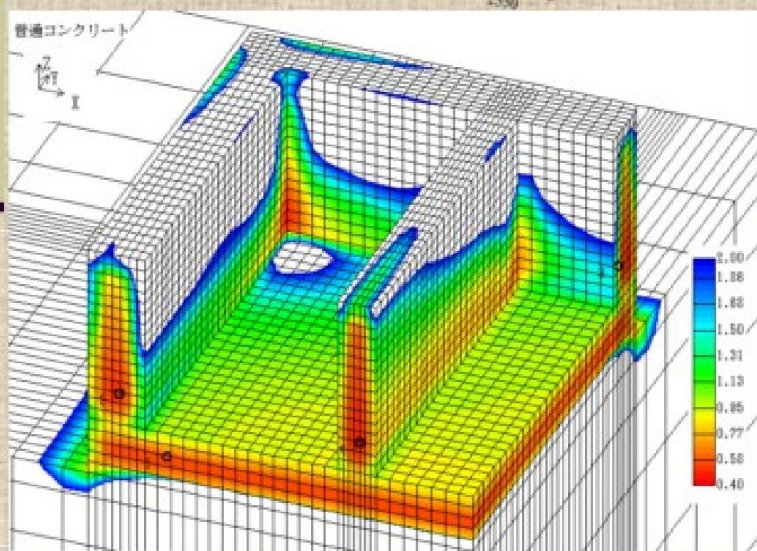
Giải tích ứng suất nhiệt trong bê tông khối lớn



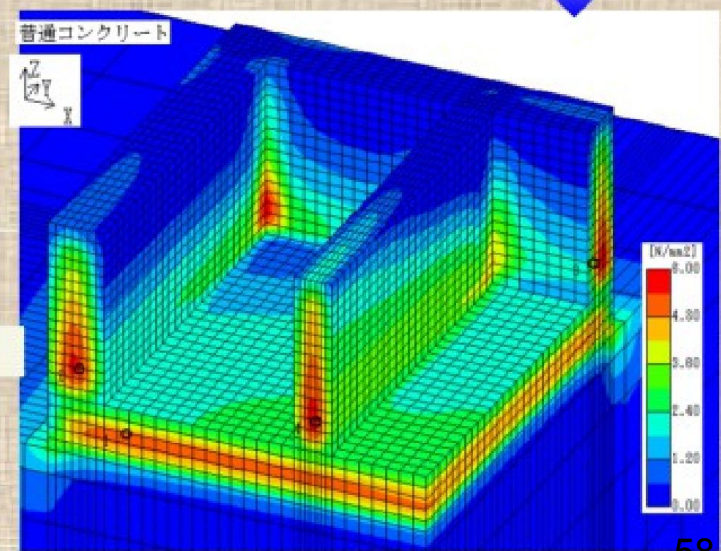
a) Mô hình



b) Phân bố nhiệt độ



d) Chỉ số nứt nẻ → xác suất nứt nẻ phát sinh



c) Phân bố ứng suất

*Xin chân thành cảm ơn sự
lắng nghe của các quý vị !*