

VI. BETON PRATEKAN YANG MENGALAMI PENGOLAHAN DENGAN PANAS

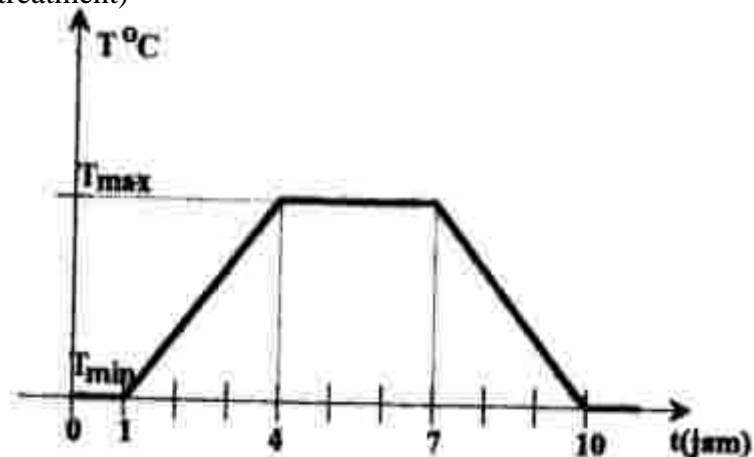
6.1. Umum

Mengingat kebutuhan pasar yang selalu menghendaki pekerjaan serba cepat, pemakaian panas (traitment thermique/heat traitment) dalam mempercepat pengerasan beton (misalnya dengan metode steam curing) merupakan salah satu cara pelaksanaan konstruksi yang dianggap dapat memberi harapan terutama pada elemen beton pratekan pracetak.

Pemakaian methode ini dalam praktek membawa beberapa konsekwensi:

- a. Merubah besaran yang dipakai dalam perhitungan seperti tegangan beton pada umur 28 hari, susut dan rangkak (creep)
- b. Merubah estimasi kehilangan pratekan akibat adanya kenaikan temperatur

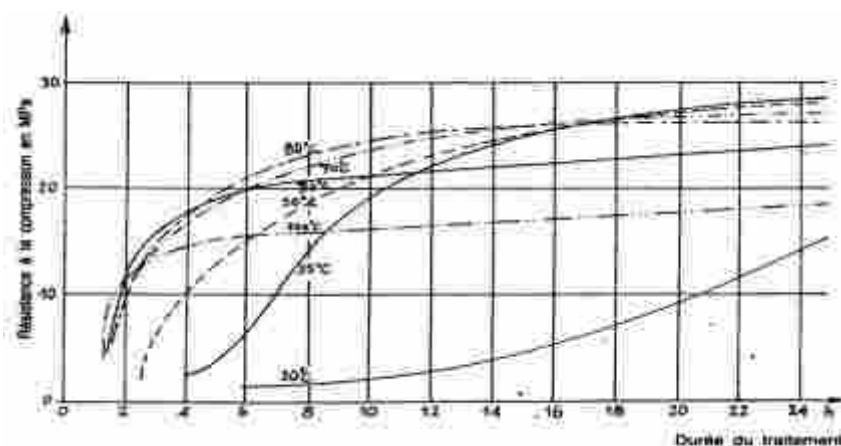
Dibawah ini (gambar 3-1) merupakan sebuah skema suatu roses kenaikan temperatur pada pengolahan pengerasan memakai panas (heat treatment)



Gambar 6-1 Skema Perubahan Temperatur Dalam Sebuah Proses Steam Curing T_{max} Disarankan Berkisar 60 S/D 80°C

6.2. Tegangan Tekan Beton

Sebuah hasil penelitian menunjukkan bahwa akibatnya adanya panas dapat berpengaruh pada kekuatan tekan beton baik kecepatan mengerasnya (lebih cepat) ataupun kekuatan akhirnya (gambar 3-2)



Gambar 6-2 Kenaikan Tegangan Tekan Beton Pada Berbagai Temperatur Untuk Beton Dengan Semen 350 Kg/M³ Dari Jenis CPA 400 Dengan Faktor Air Semen W/C = 0,5.

Dari gambar tampak bahwa untuk temperatur diatas 80⁰C hasilnya tidak menguntungkan. Untuk temperatur maximum (T_{max}) dibawah 80⁰C makin besar T maximumnya makin cepat kenaikan tegangan betonnya. Pada waktu jangka panjang pengaruh kenaikan temperatur ini bersifat tidak menguntungkan karena dapat menurunkan kekuatannya, seperti terlihat dalam table 3-1 dibawah ini.

Table 6-1 :

Penurunan kekuatan akhir (Δf_c) beton akibat pengaruh dari Kecepatan kenaikan temperatur dan besarnya T_{maximum}

Temperatur maximum	Kecepatan naiknya temperatur	Pengurangan tegangan akhir beton
T _{max} = 70 ⁰ C	V _T = 10 ⁰ C/jam	$\Delta f_c = \pm 10\%$
	V _T = 30 ⁰ C/jam	$\Delta f_c = \pm 20\%$
T _{max} = 90 ⁰ C	V _T = 10 ⁰ C/jam	$\Delta f_c = \pm 20\%$
	V _T = 30 ⁰ C/jam	$\Delta f_c = \pm 33\%$

Secara umum pada beton yang mengalami pengolahan panas secara standard ($60^{\circ}\text{C} < T_{\text{max}} < 80^{\circ}\text{C}$), dan dengan kecepatan kenaikan temperature $V_T = 10^{\circ}\text{C/jam}$ menurut BPEL 1991 penurunan tegangan pada 28 hari dapat diambil sekitar $\Delta F_c = 10\%$.

6.3. Perubahan Bentuk Beton Atas Fungsi Waktu (susut dan rangkak)

Karena adanya kenaikan temperature maka diadakan koreksi umum :

$$t_{\text{eb}} = t_{\text{pa}} \cdot 1,08^{T_{\text{max}} - 20} \quad (6-1)$$

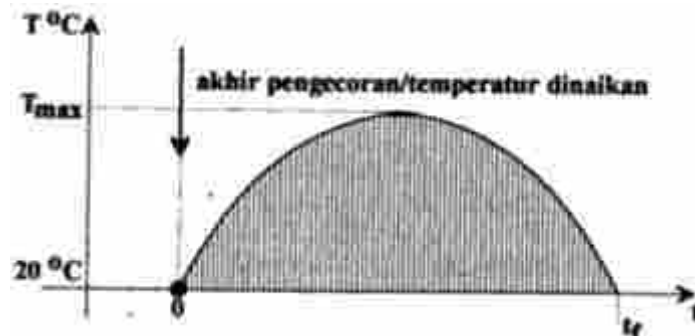
dimana : t_{eb} = umur equivalent beton

t_{pa} = waktu rata-rata isothermik pada temperatur T_{max}

Apabila curva kenaikan temperaturnya seperti gambar 3-3, maka :

$$t_{\text{pa}} = \frac{1}{T_{\text{max}} - 20} \int_0^{t_f} \{T(t) - 20\} dt \quad (6-2)$$

dengan t_f = umur beton pada saat mana dia kembali ke temperatur sekelilingnya (dalam rumus ini 20°C)



Gambar: 6.3. Siklus Temperatur Dalam Suatu Proses Heat Treatment

6.3.1. Susut

- Rumus susut beton tanpa traitment :

$$\varepsilon_r(t_0, t) = \varepsilon_r \{r(t) - r(t_0)\}$$

$$\text{dengan : } r(t) = \frac{t}{t + 9 rm} \quad (6-3)$$

$$\varepsilon_r = k_s \cdot \varepsilon_0$$

$$k_s = \frac{1}{1 + 20\rho_s} \text{ dengan } \rho_s = \frac{A_s}{A_c}$$

$\varepsilon_0 = 60 \cdot 10^{-6}$ bila komponen direndam air

$$\varepsilon_0 (100 - R_h) \left[6 + \frac{80}{10 + 3r_m} \right] 10^{-6}$$

R_h = relative humidity

r_m = jari-jari rata-rata komponen yang ditinjau (dalam cm)

- Rumus susut beton dengan treatment termik (dengan anggapan apabila $t < t_f$, susut dianggap nol)

$$\varepsilon_r(t', t'') = \varepsilon_r[r(t'' + t_{eb}) - r(t' + t_{eb})] \quad (6-4)$$

6.3.2. Rangkak

- Rumus rangkak beton tanpa treatment :

$$\varepsilon_{fe}(t) = \varepsilon_{tcl} K_{fe}(t_1) f(t-t_1) \quad (6-5)$$

(penjelasan perumusan secara lengkap dapat dilihat langsung pada BPEL 1991 Annexe 1)

- Rumus rangkak beton dengan treatment identik seperti pada susut hanya perlu koreksi umur “ t_{eb} ”

$$\varepsilon_{fe}(t) = \varepsilon_{tcl} K_{fe}(t + t_{eb}) f(t - t_1) \quad (6.-6)$$

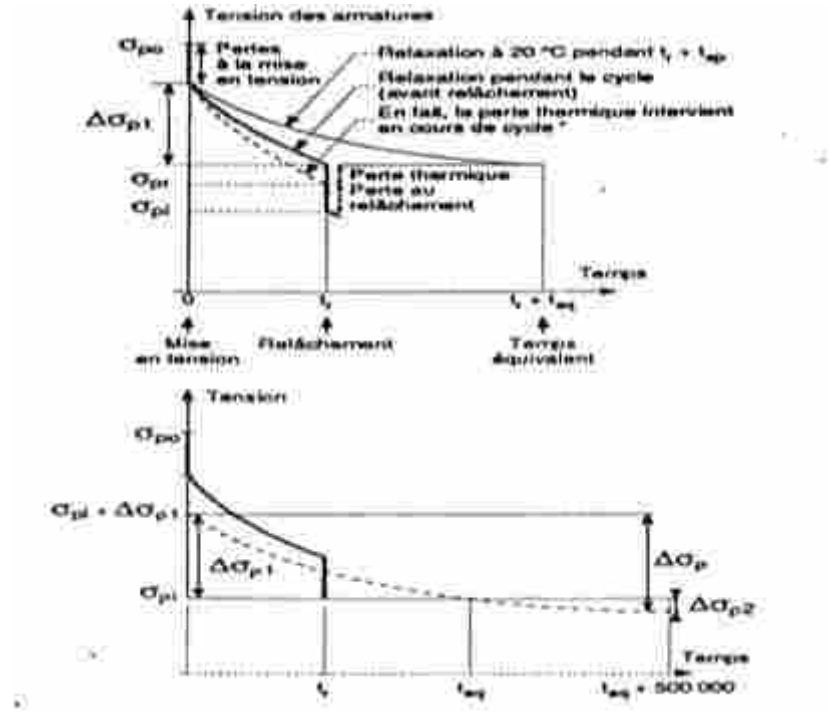
6.4. Kehilangan Pratekan Oleh Relaksasi Akibat Adanya Treatment Thermique

Dalam hal ini ada dua unsur sumber penyebab kehilangan :

- Akibat relaksasi dalam temperatur $T_{maximum}$
- Akibat fenomena dilatasi

6.4.1. Relaksasi

Umumnya halnya dijumpai dalam pratekan metode pra-tarik, seperti tampak dalam skema digambar 6-4.



Gambar 6-4 : Skema Kehilangan Pratekan Oleh Relaksasi

- Rumus untuk beton tanpa traitment :

$$\Delta\sigma_p(x, t) = k_1 \rho_{1000} \left(\frac{t}{1000} \right)^{\frac{3}{4}(1-\mu)} \cdot e^{-\frac{10\mu-7,5}{2} \sigma_{pmt}(x)} \quad (6-7)$$

- Rumus untuk beton dengan traitment thermique

$$t \text{ diganti dengan } t_{ep} = t_{pa} \cdot 1,14^{T_{\max} - 20} \quad (6-8)$$

6.4.2. Phenomena Dilatasi

$$\Delta\sigma T_{\max} = E_p \cdot \alpha_b (T_{\max} - T_o) (1 - \lambda) \quad (6-9)$$

dengan

E_p = modulus Elastisitas baja prategang

α_b = coefisient dilatasi baja prategang

T_{\max} = temperatur maximum yang mengintari baja prategang

T_o = temperatur initial saat jacking

λ = suatu koefisien sehubungan dengan proses ada percobaan dapat diambil $\lambda = 0,1$, hal ini diambil pada keadaan treatment yang paling tidak menguntungkan.

Harga λ harus selalu lebih kecil 0,5 ($\lambda \leq 0,5$)

6.5. Pemakaian

Dari pengaruh adanya treatment termik maka besaran-besaran yang biasanya dipakai dalam perhitungan berubah. Setelah dilakukannya koreksi umur pada beton (t_{eb}) maupun pada baja (t_{ep}) proses selanjutnya dapat dikerjakan seperti halnya pada beton tanpa treatment.