

I-217 合成構造の乾燥収縮・クリープ解析におけるレラクセーション係数の影響度について

大阪工業大学研究生 正会員 ○ 岡田 耕司
大阪工業大学 正会員 栗田 章光
大阪工業大学 正会員 末尾 親助

1. まえがき

近年において合成構造は、コンクリート構造および鋼構造につぐ第3の構造として位置づけが確立しつつあり、それにとともに合成構造にとって見逃すことの出来ないコンクリートの乾燥収縮およびクリープの問題について多くの研究成果が報告されている。その中で最も実用的な解法として、レラクセーション係数 ρ の近似値を用いる方法がある。そのレラクセーション係数の設計値についてH.Trostは $\rho=0.8$ を推奨している。そこで本文では近似的に用いる ρ の値が解析結果に与える影響について合成析断面、PC析断面を対象に検討した結果を報告する。

2. 解法と解析条件

解法の基礎として、任意の時刻におけるコンクリートの応力 σ はひずみ ϵ と関係式はH.Trostの提案したレラクセーション係数を含む次式

$$\epsilon_{k(t)} = \frac{\sigma_0}{E_b} [1 + \rho(t, t_0)] + \frac{\sigma(t) - \sigma_0}{E_b} [1 + \rho(t, t_0)] + \epsilon_{s(t)}$$

を用いる。断面の解析モデルについては計算が容易な縦断面力法を用いた。解析断面として、図-1の合成析および図-6のPC析断面を用いた。合成析およびPC析それぞれのクリープ係数は2.19と2.21、乾燥収縮量は 2.30×10^{-5} と 2.45×10^{-5} であり、その収縮にともなうクリープ係数は3.19と3.27とした。

3. 解析結果と考察

図-2に静定系合成析の乾燥収縮解析における ρ の影響度を示した。コンクリート床版上縁(B.O)において $\rho=0.8$ の時の応力変化度を基準とした時、 $\rho=0.5$ の応力変化率は3.3%であり、応力差は僅か0.2 kg/cm²の増加量に留ま、ている。次に図-3、図-4は2径間連続合成析の中間支点上の断面におけるクリープと乾燥収縮による応力変化度を不静定力変化に

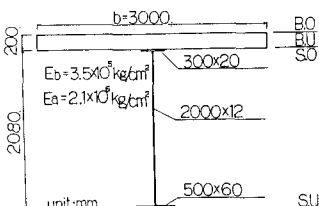
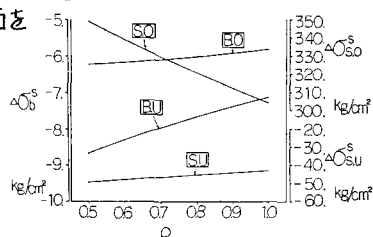
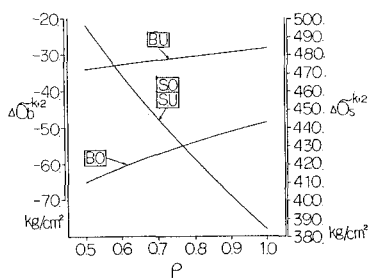
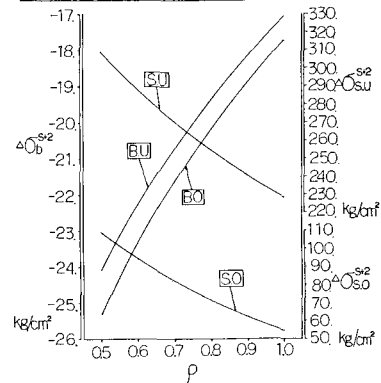


図-1. 合成析断面

図-2. 静定系乾燥収縮解析における ρ の影響度図-3. 不静定系クリープ解析における ρ の影響度図-4. 不静定系乾燥収縮解析における ρ の影響度表-1. 2径間連続合成析での ρ の影響度

	1) ρ	2) $\Delta\sigma^S$ [kg/cm ²]	3) $\Delta\sigma^C$ [kg/cm ²]	4) $\Delta\sigma^{S+C}$ [kg/cm ²]	5) $\Delta\sigma^S$ [%]	6) $\Delta\sigma^C$ [%]	7) $\Delta\sigma^{S+C}$ [%]	8) $\Delta\sigma^S$ [kg/cm ²]	9) $\Delta\sigma^C$ [kg/cm ²]	10) $\Delta\sigma^{S+C}$ [kg/cm ²]
B.O. (1000)	0.5	-6.22	103.3	-25.31	-25.3	125.2	-22.19	-65.01	-65.0	120.4
	0.8	-6.02	100.0	-20.17	-20.2	100.0	-19.10	-54.02	-54.0	100.0
	1.0	-5.82	96.7	-17.75	-17.7	87.6	-17.65	-48.51	-48.5	89.8
BU (704)	0.5	-8.66	113.1	-24.08	-34.2	124.4	0.60	-34.22	-48.6	112.2
	0.8	-7.66	100.0	-19.35	-27.5	100.0	-1.53	-30.52	-43.3	100.0
	1.0	-7.15	93.3	-17.08	-24.3	88.4	-2.38	-28.21	-40.6	93.8
SO (422)	0.5	349.22	108.7	109.15	25.9	153.3	688.71	496.02	117.4	117.4
	0.8	320.98	100.0	71.23	16.9	100.0	656.01	422.43	100.0	100.0
	1.0	304.21	94.8	54.45	12.9	76.3	635.82	384.03	90.9	90.9
SU (1427)	0.5	-49.22	108.8	309.10	-21.7	121.9	-101.52	496.02	-34.8	117.6
	0.8	-45.22	100.0	254.40	-17.8	100.0	-95.96	422.43	-29.6	100.0
	1.0	-43.01	95.1	228.31	-16.0	89.9	-92.72	384.03	-26.9	90.9

よる応力(46^s)を考慮して P の影響度を示した。こゝで用いた初期応力($\square$ 内に示す)は支点昇降により中間支点断面に $M_g = 1105.4 \text{ t m}$ の曲げモーメントを与えた時の値である。表-1より乾燥収縮ならびにクリープによる応力変化量を静定系での応力変化($46^s, 46^k$)と不静定系による応力変化との比で示せば、コンクリート床版上縁で $P=0.5$ の場合 $1:3.07$ ならびに $1:1.93$ であり、又、 $P=0.8$ の場合は $1:2.35$ ならびに $1:1.83$ である。さらにコンクリート床版上縁において $P=0.8$ の時の応力変化度を基準とした時、 $P=0.5$ の応力変化率は乾燥収縮では 25.2% であり、クリープでは 20.4% となる。故に不静定系では P の影響度が大きいと言える。次に図-5は図-1に示すコンクリート床版の幅 b を 2 m 、 3 m 、 4 m と変化させた時の乾燥収縮によるコンクリート部の応力変化における P の影響度を示した図である。図-5よりコンクリート部の占める割合が大きい程、 P の影響が小さいと言える。

次に図-6に示すPC橋断面について検討を行った。この時の初期応力はPCケーブルに -92.2 kg/cm^2 のプレストレスを与え、コンクリート下縁に 43 kg/cm^2 の応力を導入した。ここで死荷重曲げモーメントは $M_d = 194.1 \text{ t}\cdot\text{m}$ とした。図-7、図-8はPC橋のクリープおよび乾燥収縮解析における ρ の影響度を示したものである。下から2段目のPC鋼材(PC)の応力損失率は、乾燥収縮およびクリープにより表-3からそれぞれ $\rho = 0.5$ で4.0%および14.1%であり $\rho = 0.8$ では3.7%および13.2%である。さらにPC鋼材の乾燥収縮とクリープによる総応力損失量($\Delta\sigma_p^{\text{tot}}$)に対する ρ の影響度は、 $\rho = 0.8$ の総応力損失量 $\{(\Delta\sigma_p^{\text{tot}})_{\rho=0.8}\}$ を基準に考えた場合、10%未満であることが言える。合成橋の場合と同様、PC不特定構造ではより ρ の影響が大きいと考えられ、このことについては目下検討中である。

4. まとめ

以上のことより現行の道路橋
示方書に用いられている $\rho=1/2$
の値はDIN4227でも最終
応力度の変化量が初期応力の30
%以内である場合認められて
いるものであり、本研究でその実
用性が確認された。しかし、不
安定系の場合、応力変化量が初
期応力の30%を越えるケース
が多いので、より正確な ρ 値⁽³⁾
この ρ 値の計算法および計算結
果が割愛し、講義当日に申し述

参考文献

- *1) H. Trost: Der Stahlbau 38(1968), H. 11.
- *2) 栗田、赤尾: 土木学会関西支部年報, 昭59.5, I-75
- *3) D. Schade: Beton- und Stahlbetonbau 72(1977), H. 5.

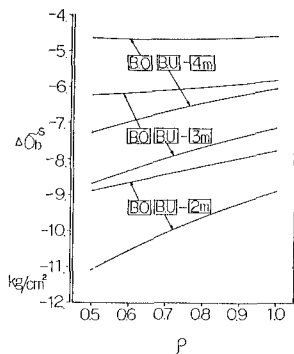


図-5. 断面変化によるPの影響度

表2. 断面変化による ρ の影響度

b	1 p	2 G _{bo} (kg/cm ²)	3 Z/Z ₀ (%)
4m	0.5	4.64	99.1
	0.8	4.68	100.0
	1.0	4.61	98.5
3m	0.5	6.22	103.3
	0.8	6.02	100.0
	1.0	5.82	96.7
2m	0.5	8.89	108.5
	0.8	8.19	100.0
	1.0	7.75	94.6

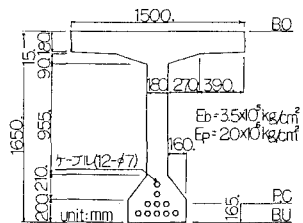


圖-6. PC桁断面

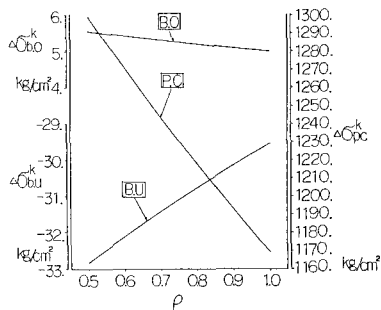


図-7. PC桁のクランプ解析における ρ の影響度

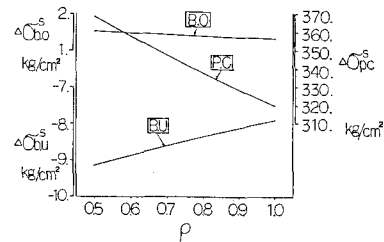


図-8. PC析の乾燥路網解析における ρ の影響度

表-3. PC桁の乾燥収縮クリープ解析におけるPの影響度

	1	2	3	4	5	6	7
	ρ	ρ_0	$\frac{\rho}{\rho_0}$	$\frac{\rho}{\rho_0}$	ρ_0	$\frac{\rho}{\rho_0}$	$\frac{\rho}{\rho_0}$
		[g/cm ³]	[%]	[%]	[g/cm ³]	[%]	[%]
P.C	0.5	368.5	-4.0	108.1	1299	-14.1	106.8
	0.8	337.5	-3.7	100.0	1218	-13.2	100.0
9220	1.0	319.9	-3.5	94.6	1169	-12.7	96.2
B.O	0.5	1.53	10.5	110.5	5.55	38.0	106.7
	0.8	1.38	9.5	100.0	5.20	35.6	100.0
14.6	1.0	1.33	9.1	95.8	4.99	34.2	96.1
B.U	0.5	-9.14	-64	110.3	-32.85	-230	106.9
	0.8	-8.35	-5.8	100.0	-30.78	-21.5	100.0
1430	1.0	-7.90	-5.5	94.8	-29.55	-20.7	96.3