

UNELE AMENDAMENTE LA ANEXA NAȚIONALĂ A SR EN 1998-5:2004 CARE DEFINESC COMPORTAREA PĂMÂNTURILOR ÎN CONDIȚIILE CONCRETE DIN ROMÂNIA

Maria ȘTEFĂNICĂ, Cornelia-Florentina DOBRESCU *

REZUMAT

Parametri de rigiditate și amortizare prezentați în SR EN 1998-5:2004, pct. 3.2 “Parametri de rigiditate și amortizare” sunt determinați numai prin investigații de teren. Întrucât Partea 5: *Fundații, structuri și aspecte geotehnice* a SR EN 1998-5:2004 se referă la fundații ca element structural în proiectarea antiseismică, se consideră necesară introducerea amendamentului suplimentar care să reliefeze toți parametri de rigiditate și amortizare determinați și în laborator.

ABSTRACT

The stiffness and damping parameters presented into SR EN 1998-5:2004 point 3.2 “The stiffness and damping parameters” are determined by soil investigations concerning the speed of the propagation waves of the shear waves. Because the fifth Part: Foundations, structures and geotechnical aspects of SR EN 1998-5:2004 refers to the foundations as a structural element concerning antiseismical design, it is considered as necessary the introduction of the additional amendment which relieves all the stiffness and damping parameters determined as well as in the laboratory.

1. Introducere

Amendamentul propus de către colectivul de redactare pentru introducerea în anexa națională se referă la secțiunea 3 din SR EN 1998-5:2004 – *Proprietățile pământului*, pct. 3.2. – *Parametri de rigiditate și amortizare*, ce urmează a fi dezbătut în perioada anchetei publice și aprobat de către Comitetul Tehnic. Solicitarea amendamentului este determinată de faptul că în paragraful menționat este prezentat numai parametrul principal al rigidității pământului sub sarcini seismice, modulul de forfecare G_d exprimat conform relației 2.2. (SR EN 1998-5:2004) în viteze de propagare a undelor seismice de la sursă la nivelul terenului care se determină funcție de filtrarea elastică a straturilor interceptate în traiectoria lor.

Criteriile de determinare ale lui v_s includ dependența de amplitudinea deformațiilor pământului, constând în măsurători pe amplasament, efectuate prin metode geofizice în foraj.

Întrucât partea a V-a a standardului se referă la fundații ca element structural în proiectarea antiseismică, s-a considerat introducerea unui amendament care să reliefeze toți parametri de rigiditate și amortizare determinați în laborator: cu

triaxialul ciclic și coloană rezonantă (aparatura existentă sau recent achiziționată în laboratoarele geotehnice de gradul I) pentru a defini cantitativ comportamentul mecanic al pământurilor la acțiuni seismice. Având în vedere că masivul de pământ se consideră ca un semispațiu continuu, omogen, elastic și izotrop, este caracterizat prin următorii parametri:

- modulul de deformare liniară dinamic (modulul dinamic de deformare longitudinală) $= E_d$;
- modulul de forfecare dinamică (modulul dinamic de deformare transversală) $= G_d$;
- coeficientul lui Poisson $= \nu$;
- raportul de amortizare (gradul de amortizare) $= \xi$;
- fracțiunea din amortizarea critică $= D$.

2. Determinarea parametrilor de rigiditate și amortizare prin calcul analitic și experimental

Relațiile de definiție ale acestora rezultă prin calcul analitic, în concordanță cu valorile cunoscute ale unor parametri în regim dinamic și prin încercări experimentale de laborator.

Tabelul 2.1.

Valorile orientative ale modulului de
deformație liniară dinamic

Natura terenului		Modulul de deformație liniară (MPa)	
		static E_s	dinamic E_d
Necoezive	Nisip afânat cu fragmente rotunde	40 ÷ 80	150 ÷ 300
	Nisip afânat cu granule colțuroase	50 ÷ 80	150 ÷ 300
	Nisip cu îndesare medie, cu fragmente rotunde	80 ÷ 160	200 ÷ 500
	Nisip cu îndesare medie, cu fragmente colțuroase	100 ÷ 200	200 ÷ 500
	Pietriș fără nisip	100 ÷ 200	300 ÷ 800
	Pietriș natural, colțuros	150 ÷ 300	300 ÷ 800
Coezive	Argilă tare	8 ÷ 50	100 ÷ 500
	Argilă moale	6 ÷ 20	40 ÷ 150
	Argilă plastic curgătoare	3 ÷ 6	30 ÷ 80
	Praf tare	6 ÷ 50	100 ÷ 500
	Praf moale	4 ÷ 8	5 ÷ 150
	Nămol, sărac în substanțe organice	2 ÷ 5	10 ÷ 30

Tabelul 2.2.

Valorile orientative ale coeficientului
lui Poisson (ν)

Natura terenului	Valoarea coeficientului (ν)
Argilă	0,45 ÷ 0,50
Praf argilos	0,40 ÷ 0,45
Nisip argilos, nisip prăfos	0,35 ÷ 0,40
Nisip	0,30 ÷ 0,35

Tabelul 2.3.

Valorile raportului de amortizare (ξ)

Natura terenului	Raportul de amortizare (ξ)
Nisip uscat și pietriș	0,03÷0,07
Nisip uscat sau saturat	0,01÷0,03
Nisip uscat	0,03
Nisip uscat sau saturat cu pietriș	0,05÷0,06
Argilă	0,02÷0,05
Nisip uscat	0,01÷0,03

A) În stadiul elastic, între modulul de deformație liniară dinamic (E_d) și modulul de forfecare dinamic (G_d) există relațiile:

$$E_d = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot G_d \quad (2.1.)$$

$$G_d = \frac{E_d}{2 \cdot (1 + \nu)} \quad (2.2.)$$

Având în vedere intervalul de variație a coeficientului lui Poisson, 0,30 ÷ 0,50 și faptul că el intervine în relații de calcul, influențele eventualelor erori în determinarea lui sunt în general reduse.

Valorile orientative ale modulului de deformație liniară dinamic, E_d , sunt prezentate în tabelul 2.1.

Valorile orientative ale coeficientului lui Poisson pentru diferite tipuri de terenuri sunt prezentate în tabelul 2.2.

Valorile raportului de amortizare în funcție de natura terenului sunt prezentate în tabelul 2.3.

B) Definirea parametrilor dinamici ai terenului cu ajutorul buclei de histerezis

O altă modalitate de definire și determinare a parametrilor dinamici o constituie utilizarea curbei de histerezis obținută prin încercări triaxiale ciclice. Pentru exemplificare se consideră o probă de pământ (M) normal consolidată, recoltată de la o cota z (fig. 2.1) și care este acționată în situ de tensiunile:

$$\sigma_1 = \sigma'_p = \gamma \cdot z \quad (2.3)$$

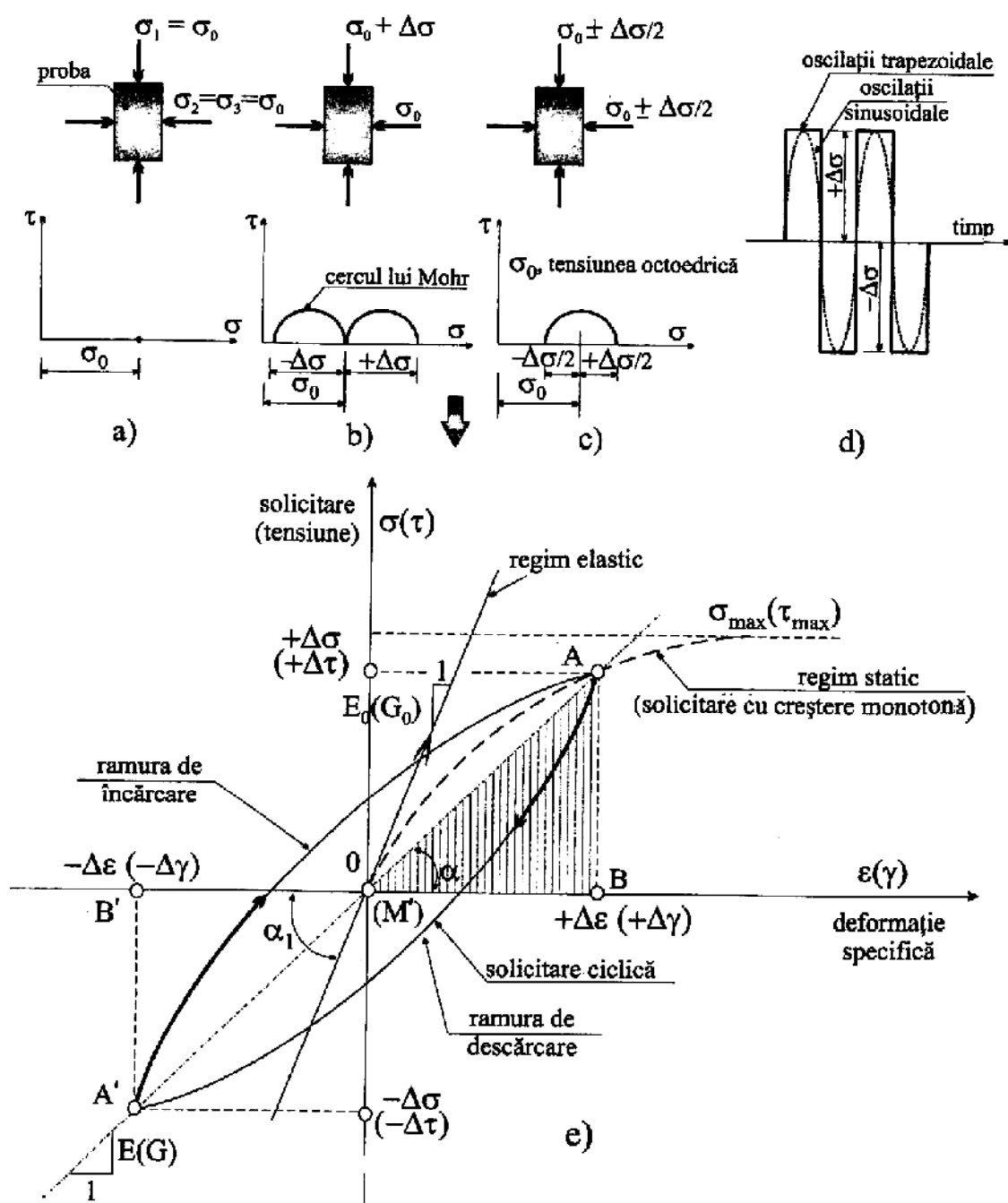
$$\sigma_2 = \sigma_3 = K_0 \cdot \sigma_1 = K_0 \cdot \gamma \cdot z \quad (2.4.)$$

respectiv de tensiunea medie (σ_m), corespunzătoare punctului (M') de pe curba egală cu tensiunea octaedrică (σ_0);

$$\begin{aligned} \sigma_m = \sigma_0 &= (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / 3 = \\ &= \sigma_1 \cdot (1 + 2 \cdot K_0) / 3 = \gamma \cdot z \cdot (1 + 2 \cdot K_0) / 3 \end{aligned} \quad (2.5.)$$

unde K_0 este coeficientul presiunii laterale (coeficientul împingerii în stare de repaos).

Proba este de regulă supusă în triaxialul dinamic unei consolidări izotrope (fig. 2.1.a) sau unei consolidări anizotrope ($\sigma_1 \neq \sigma_2 = \sigma_3$), astfel încât să fie adusă în triaxial într-o stare cât mai apropiată de cea din situ.



$$E_{\max}(G_{\max}) = \tan \alpha ; \quad E_{\sec}(G_{\sec}) = \left(\frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \frac{\Delta\tau}{\Delta\gamma} \right) ; \quad \xi_v(\xi_t) = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\text{arie buclă}}{\text{arie } \Delta OAB}$$

Fig. 2.1. Definirea parametrilor dinamici ai unui pământ (E_d , G_d , ξ_v , ξ_t)

- a – consolidare izotropă ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$) sau consolidare anizotropă ($\sigma_1 \neq \sigma_2 = \sigma_3$);
- b – solicitări dinamice pulsatorii cu variația efortului unitar vertical;
- c – solicitări dinamice pulsatorii cu variația efortului unitar vertical și orizontal;
- d – oscilații pulsatorii de tip sinusoidal;
- e – curba de histerezis

Proba, plasată în triaxialul dinamic, este adusă într-o stare cât mai apropiată de cea din situ fie printr-o consolidare izotropă drenată (C.I.D.) prin acțiunea unui tensor sferic, fie printr-o consolidare anizotropă de tip K_0 , drenată (C.A. K_0 -D) sub tensiunile $\sigma_1 = \sigma'_p = \gamma \cdot z$ și $\sigma_2 = \sigma_3 = K_0 \cdot \gamma \cdot z$.

După consolidarea probei, aceasta este supusă efectului unor oscilații pulsatorii de tip sinusoidal (fig. 2.1.d), în triaxialele dinamice, în triaxialele obișnuite de amplitudine $(\pm \Delta \sigma)$, fie variind numai tensiunea verticală (fig. 2.1.b), fie acționând atât asupra tensiunii verticale, cât și orizontale (fig. 2.1.c).

Încercarea se poate efectua (pentru unele aparate triaxiale) și prin impunerea unui nivel al deformațiilor $(\Delta \varepsilon)$ și măsurarea tensiunilor corespunzătoare $(\pm \Delta \sigma)$. Prin prelucrarea datelor, înregistrate cu dispozitive automate se obțin cicluri successive de încărcări-descărcări (bucle histerezice) care constituie corelația grafică a variației unui tip de deformare specifică $(\varepsilon \gamma)$ în raport cu variația tensiunii active $(\Delta \sigma; \Delta \tau)$, (fig. 2.1.e).

Aria buclei histerezis are semnificația energiei disipate în cadrul unui ciclu de deformare a probei. Cota parte din aria buclei histerezis corespunzătoare unui centimetru cub din proba de pământ este denumită amortizare.

Pe baza acestor cicluri de tensiune și / sau de deformare alternante, mărimile cu care se estimează comportarea în regim seismic a pământurilor, pentru intervalul de deformații specifice, sunt următoarele:

- modulul de deformare liniară tangent sau maxim pentru bucla de histerezis $(\Delta \sigma - \Delta \varepsilon)$:

$$E_{\max} = E_0 = tg \alpha \quad (2.6.)$$

- modulul de deformare secant reprezentând tangenta dreptei OA:

$$E_{\text{sec.}} = tg \alpha_1 = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} \quad (2.7.)$$

- raportul de amortizare longitudinală (ξ_v) :

$$\xi_v = \frac{(\Delta \sigma - \Delta \gamma)}{4 \cdot \pi \cdot (ariaOAB)} \quad (2.8.)$$

- modulul de forfecare dinamic maxim pentru bucla de histerezis:

$$G_{\max} = G_0 = tg \alpha \quad (2.9.)$$

- modulul de forfecare dinamic secant:

$$G_{\text{sec.}} = tg \alpha_1 = \frac{\Delta \tau}{\Delta \gamma} \quad (2.10.)$$

- raportul de amortizare transversală (ξ_r) :

$$\xi_r = \frac{(\Delta \tau - \Delta \gamma)}{4 \cdot \pi \cdot (ariaOAB)} \quad (2.11.)$$

- deformația unitară de referință $(\tau_{\max} - \text{tensiunea de forfecare la cedare})$:

$$\gamma_r = \tau_{\max} / G_0 \quad (2.12.)$$

- fracțiunea maximă de amortizare critică $D_{\max}$ pentru $G = 0$:

$$\begin{aligned} G / G_0 &= 1 / (1 + |\gamma / \gamma_r|) \\ D / D_{\max} &= |\gamma / \gamma_r| / (1 + |\gamma / \gamma_r|) \\ D &= D_{\max} \cdot (1 - G / G_0) \end{aligned} \quad (2.13.)$$

Valorile acestor indici pentru același tip de pământ sunt dependente de efortul efectiv mediu, de indicele porilor, de gradul de saturație, de numărul de cicluri încărcare-descărcare (frecvența excitației) și de amplitudinea deformațiilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Haida V., Butuman V., Keller E. – *Unele aspecte privind rezistența la forfecare dinamică a pământurilor*, Sesiune științifică, Cluj-Napoca, octombrie 1978
2. Manoliu I. – *Dinamica pământurilor*, vol. 1, 2, 3, 4, 5, 6 și 7, litografiat U.T.C.B., 2000
3. C 241-92 – *Metodologie de determinare a caracteristicilor dinamice ale terenului de fundare la sollicitări seismice*, București, vol. 9/1993
4. x x x – Studiu INCERC 2001 – *Caracterizarea dinamică a condițiilor locale de teren pe amplasamentul Podului Basarab*
5. x x x – Studiu INCERC 2002 – *Documentare privind determinarea parametrilor dinamici de rigiditate ai terenului în zona București*