محاسبه ضرایب کشسان دینامیکی خاک با استفاده از لرزه نگاری درون چاهی مطالعه موردی بیمارستان چابهار

یاسرقنبری میر[۱]، مجید باقری[۲]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، yaser.ghanbari@ut.ac.ir
[۲]استادیار گروه فیزیک زمین، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، majidbagheri@ut.ac.ir

چکیده

روش لرزه نگاری درون چاهی از جمله روش‌هایی است که بیشترین کاربرد را در بررسی‌های ساختگاهی دارد. در تحلیل مدل خاک، مطعالعات لرزه نگاری و کاوش‌های ژئوفیزیکی از اهمیت ویژه ای برخوردارند. زیرا با این بررسی‌ها سرعت انتقال امواج لرزه ای توسط لایه‌های زمین مستقیماً اندازه گیری شده و مدول‌های دینامیکی آنها برآورد می‌شوند. مهم‌ترین پارامتر کمی برای تعیین نوع خاک، سرعت امواج برشی است. برای برآورد سرعت امواج، در صورت وجود چاه‌های کافی که امکان برداشت درون چاهی وجود داشته باشد، می‌توان از آنها استفاده کرد. روش‌های ژئوفیزیکی در گروه روش‌های دینامیکی قراردارند؛ زیرا خصوصیات تغییر شکل پذیری مواد به سرعت انتشار امواج الاستیک در مواد وابسته است. امروزه کاربرد روش‌های ژئوفیزیکی به خصوص روش لرزه نگاری در مطالعات ژئوتکنیکی رو به افزایش است. هدف از این پژوهش نیز تفکیک لایه‌های زیرسطحی از نظر اختلاف در سرعت امواج برشی و فشاری و همچنین تعیین پارامترهای دینامیکی برای هر لایه به دلیل نقش موثر آنها در مطالعات ژئوتکنیکی و طراحی پی سازه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: لرزه نگاری درون چاهی، کاوش‌های ژئوفیزیکی، سرعت امواج لرزه، مدول دینامیکی، امواج برشی، امواج فشاری

Calculation of soil dynamic elastic coefficients using vertical seismic profiling

Yaser Ghanbari mir [1], Majid Bagheri [2]
[1]*M.Sc. student of seismology,Iinstitute of Geophysics, University of Tehran, Iran.*
[2] *Assistant Professor, Iinstitute of Geophysics, University of Tehran, Iran*

Abstract

geophysical methods are also used significantly. It should be noted that the in-well seismic method is one of the methods that is most used in Structural studies. In soil model analysis, seismic studies and geophysical excavations are of special importance because with these studies the speed of seismic waves transmission Are measured directly by the layers of the earth and their dynamic modulus is estimated. The most important quantitative parameter to determine the type of soil is the velocity of the shear waves. To estimate the velocity of the waves, they can be used if there are enough wells that can be harvested inside the well.

Geophysical methods are in the group of dynamic methods; Because the deformation properties of materials depend on the speed of propagation of elastic waves in materials. Today, the application of geophysical methods, especially seismic methods in geotechnical studies is increasing The purpose of this study is to separate the subsurface layers in terms of differences in shear and compressive wave velocities and also to determine the dynamic parameters for each layer due to their effective role in geotechnical studies and foundation design.

Keywords: vertical seismic profiling,geophysical excavations, speed of seismic waves, model dynamic, shear wave, Pressure wave

۱ مقدمه

اساس روش‌های لرزه نگاری بر این حقیقت استوار است که امواج الاستیک با سرعت‌های مختلف در لایه‌های مختلف زیر سطح سیر می‌کنند. لذا در این روش‌ها، امواج در یک نقطه تولید شده و در یک سری نقاط دیگر، زمان رسید (first

braeke) انرژی منکسره از ناپیوستگی‌ها یا فصل مشترک لایه‌های مختلف اندازه گیری می‌شود. با استفاده از روش لرزه ای موقعیت و ساختار لایه‌های زیرسطحی مشخص می‌شود. مهم‌ترین مزیت روش‌های لرزه نگاری نسبت به سایر روش‌های ژئوفیزیکی، این است که با بکارگیری مناسب این روش تفسیر دقیق‌تر و با وضوح (resolation)بیشتری از ساختار زیر سطح حاصل می‌شود. تعیین اعماق سنگ بستر تعیین پارامترهای دینامیکی خاک‌ها و سنگ‌ها از قبیل سرعت امواج برشی و فشارشی (شکل ۱و ۲) (Vs, Vp) و نسبت پواسون، مدول بالک، مدول برشی و مدول الاستیسیته. در تمام پروژه‌ها و طرح‌های عمرانی، ویژگی و خصوصیتی که به مهندسین در جهت طراحی سازه و پی کمک می‌کند، مدول‌های الاستیک دینامیکی مواد در محدوده ای است که سازه بر روی آن اجرا می‌شود. این کمیت‌ها را علاوه بر انجام آزمایش‌های ژئوتکنیکی، می‌توان با داشتن اطلاعاتی از دانسیته، سرعت موج طولی و سرعت موج عرضی (برشی) در مواد مورد نظر محاسبه نمود. بنابراین برای به دست آوردن کمیت‌های یاد شده در یک منطقه، لازم است علاوه بر اندازه گیری سرعت امواج طولی نیز برداشت شود (بیستون و مزولی، ۱۹۷۷).

۲ روش تحقیق

در پروژه‌های عمرانیِ که قرار است یک سازه بر روی ناحیه‌ی مشخصی اجرا شود، مدول‌های الاستیک دینامیکی مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن ناحیه اهمیت خاصی دارد.. (جدول ۱) چرا که طراحی سازه بر همین اساس انجام خواهد شد. یکی از راه‌های محاسبه‌ی این کمیت‌ها در اختیار داشتن سرعت امواج طولی یا عرضی است. تست دانهول به دلیل مزایایی که دارد، یکی از پرکاربردترین روش‌های اندازه‌گیری سرعت امواج الاستیک بوده که زیرمجموعه روش‌های لرزه‌نگاری است. اجرای این تست بر روی انواع خاک و سنگ امکانپذیر است. در ادامه‌ی این مطلب به بیان توضیحات کاملی درباره‌ی اساس کار و روش انجام تست دانهول با استفاده از دستگاه لرزه‌نگاری درون‌چاهی یا سیسموگراف خواهیم پرداخت.اساس کار در روش لرزه‌نگاری دانهول سرعت حرکت امواج در لایه‌های مختلف زمین یک ناحیه متفاوت است. در این روش اساس کار، همین تفاوت در سرعت حرکت امواج است. بنابراین اساس کار در تست دانهول محاسبه‌ی سرعت حرکت امواج فشاری یا برشی، توسط اندازه‌گیری زمان رسیدن امواج به عمق‌های مختلف زمین است. به این ترتیب که با در اختیار داشتن مسافت و زمان سیر امواج، می‌توان سرعت حرکت آن‌ها را در اعماق مختلف زمین مورد نظر محاسبه کرد.(جدول ۲)

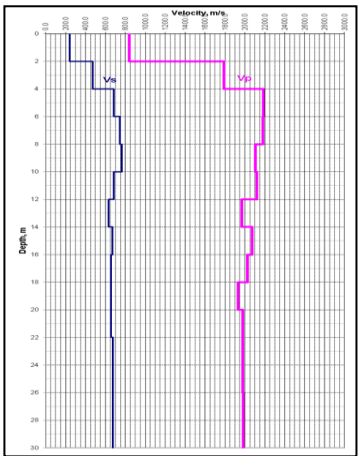
جدول (۱) روابط بین پارامترهای دینامیکی، سرعت امواج طولی، عرضی و دانسیته

Dynamic Parameters	Solids	Fluids
Poisson's ratio	$\upsilon = \frac{(\frac{V_p}{V_s})^2 - 2}{2[(\frac{V_p}{V_s})^2 - 1]}$	0.5
Wave velocity ratio	$(\frac{V_p}{V_s})^2 = \frac{2-2\upsilon}{1-2\upsilon}$	∞
Shear modulus	$G = \rho . V_s^2$	0
Young modules	$E = 2G(1+\upsilon)$	0
Balk modulus	$K = \frac{1}{3}.\frac{E}{1-2\upsilon}$	ρV_p^2

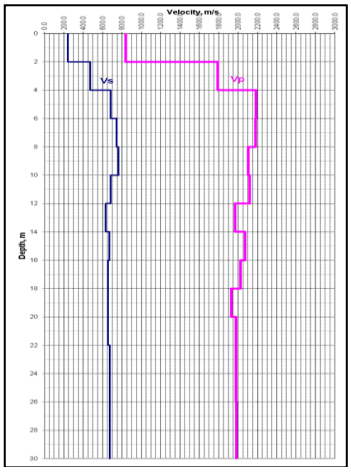
در جدول فوقv دانسیته، V_p سرعت موج طولی و V_s سرعت موج عرضی است.

$$V_{s\ (M)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{T_i}{v_{si}}}$$

در این رابطه (Vs(M)) سرعت متوسط موج برشی تا عمق M متری، T_i ضخامت لایه، v_{si} سرعت امواج برشی لایه i ام و n تعداد لایه می‌باشد



شکل (۱)منحنی تغییرات سرعت امواج تراکمی و برشی BH03



شکل (۲)منحنی تغییرات سرعت امواج تراکمی و برشیBH02

جدول (۲) سرعت امواج تراکمی و برشی و پارامترهای دینامیکی آزمایش‌های لرزه‌ای لایه‌های مختلف گمانه **BH03**

نسبت پواسون	مدول بالک	مدول برشی	مدول یانگ	سرعت موج S	سرعت موج P	چگالی	عمق
	Mpa	Mpa	Mpa	m/sec	m/sec	gr/cm3	m
0.44	1064	98	285	240.1	838.3	1.7	0-2
0.45	5084	392	1147	473.4	1790.0	1.75	2-4
0.42	7378	838	2422	686.2	2184.6	1.78	4-6
0.41	7238	998	2861	744.4	2181.8	1.8	6-8
0.39	6561	1055	3004	765.6	2104.0	1.8	8-10
0.42	6866	838	2415	686.0	2117.8	1.78	10-12
0.42	5962	716	2066	634.3	1971.3	1.78	12-14
0.42	6593	803	2316	671.8	2075.0	1.78	14-16
0.42	6290	762	2198	654.4	2026.0	1.78	16-18
0.41	5622	764	2193	655.2	1931.5	1.78	18-20
0.41	5953	765	2202	655.7	1979.4	1.78	20-22
0.41	5899	810	2325	674.7	1980.1	1.78	22-24
0.41	5902	811	2327	675.0	1980.7	1.78	24-26
0.41	5904	812	2328	675.3	1981.2	1.78	26-28
0.41	5906	812	2330	675.5	1981.5	1.78	28-30

۳ نتیجه‌گیری

بر اساس حفاری‌های انجام شده مصالح خاکی محدوده مورد مطالعه تا عمق حفر گمانه‌ها از نوع لایه‌های ماسه سیلت دار و همچنین رس مارنی متراکم می‌باشند. طبقه بندی لایه‌های خاک SM و ML و CL می‌باشد.سطح آب زیرزمینی در گمانه حفاری شده مشاهده نشده است. وزن مخصوص خشک نمونه‌ها بین ۱/۷۰ تا ۲/۱۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب و وزن مخصوص طبیعی نمونه‌ها بین ۱/۹ تا ۲/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمده است. رطوبت طبیعی نمونه‌ها عمدتاً بین ۸ تا ۱۸ درصد متغیر می‌باشد. در آزمایشات برش مستقیم مقدار چسبندگی (C) نمونه‌ها بین ۰/۱ تا ۰/۶ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بوده و مقدار زاویه اصطکاک داخلی (φ) بین ۱۹ تا ۲۸ درجه قرار دارد. ظرفیت باربری مجاز انواع پی‌های منفرد و گسترده با اعماق استقرار مختلف برآورد شده و به صورت نمودارهای مختلف ارائه شده است. با توجه به شرایط آب و هوایی و یخبندان منطقه، عمق یخبندان مورد استفاده برای پی‌های سطحی پیشنهاد نمی‌شود. بر اساس نتایج آزمایشات شیمیایی، مشاهده می‌شود که مقدار سولفات مصالح در محدوده مجاز قرار دارد و از این لحاظ نیاز به استفاده از نوع خاصی از سیمان و یا افزودنی خاصی نیست. مقدار کلر در مصالح نیز در محدوده مجاز قرار دارد. با توجه به نتایج آزمایشات انجام شده و جنس لایه‌های زیرسطحی، زمین محدوده طرح نوع II تعیین شده است.بر اساس آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله (آیین‌نامه ۲۸۰۰) شتاب مبنای طرح محل پروژه g ۰/۳ است.

منابع

Anstey, N. A., and R. L. Geyer, 1987, Borehole velocity measurements and the synthetic seismogram: Boston, MA, IHRDC, 355 p.

Goetz, J. F., L. Dupal, and J. Bowles, 1979, An investigation into discrepancies between sonic log and seismic check-shot velocities: Australian Exploration Association Journal, v. 19, pt. 1, p. 131–141.

Balch, A. H., and M. W. Lee, eds., 1984, Vertical seismic profiling—technique, applications, and case histories: Boston, MA, IHRDC, 488 p.

Tahmid, Ahanaf & Junaed, Siam & Hossain, A S M & Binta Ali, Ayesha. (2021). A Comparative Study between Terzaghi's and Meyerhof's Methods of Calculating Bearing Capacity of Soil for Shallow.

Kulhawy, F. H.; Mayne, P. W. (August 1990). Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design. Ithaca, New York: Electric Power Research Institute. pp. 2–17 to 2–26. EL-6800.

Youd, T. L.; Member, Asce, I. M. Idriss, Chair; Fellow, Asce, Ronald D. Andrus, Co-Chair; Arango, Ignacio; Castro, Gonzalo; Christian, John T.; Dobry, Richardo; Finn, W. D. Liam; et al. (2001). "Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils". Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 127 (10): 297–313.

Fuller, B., Engelbrecht, L., Van Dok, R., & Sterling, M. (2007). Diffraction processing of downhole passive-monitoring data to image hydrofracture locations. In SEG Technical Program Expanded Abstracts 2007 (pp. 1297-1301). Society of Exploration Geophysicists.