

آزمایشهای تعیین خواص ژئوتکنیک محل سد ساوه

نوشته :

آرول کرما : مهندس معدن مؤسسه هیدرو پروژه بخارست

علی یوسفی : مهندس زمین شناسی شرکت مهتاب تهران

احمد قزل ایاغ : مهندس راه و ساختمان شرکت مهتاب تهران

مقدمه :

برای محاسبه سد ساوه که مشترکاً توسط کارشناسان رومانی و ایرانی طرح ریزی شده است شناخت کامل خواص مکانیکی سنگهای دو طرف راست و چپ دره ای که سد در آن ساخته میشود ضروری بود لذا برای تکمیل نتایجی که از مطالعات زمین شناسی سنگهای اطراف دره بعمل آمده است آزمایشهای ژئوتکنیک برای تعیین مدول تغییر شکل و الاستیسته سنگهای دو طرف دره در محل سد ساوه بعمل آمد. این مقاله موضوع جالب تغییر خواص و مقاومت سنگها از جبهه چپ تا راست دره رودخانه و فرقان را که تکیه گاههای سد میباشند نشان میدهد واضح است که مقدار مقاومت سنگها در برآورد قیمت کلی سد تأثیر قابل توجهی دارد.

زمین شناسی محل سد : محل سد در تنگه رودخانه و فرقان که از جنوب به شمال جریان دارد واقع شده است تشکیلات اصلی زمین شناسی این محل مربوط به الیگومیوسن بوده و از پائین به بالا شامل طبقات زیر میباشد :

الف : سنگهای آهکی بدون شکل

ب : ماسه سنگ کنگلومرا

ج - لایه های سنگ آهک بضمخامت چندمتر

البته لایه های ماسه سنگ و کنگلومرا فقط بین طبقات دیگر بصورت مخلوط بوده و بطور جداگانه وجود ندارد و این وضع در شناخت ساختمان زمین شناسی تنگه های و فرقان بسیار مؤثر است. امتداد طبقات

S.W. ۶۴° - ۸۰° W ۴۰° - ۰° N — است که نسبت به دره و فرقان سایل بوده و سنگها تحت اثر چندین گسل جابجاشده و دارای درزهای زیاد میباشد.

تنگه رودخانه و فرقان دارای پنج گسل بزرگ میباشد که دو عدد از آنها در ساحل چپ و بقیه در ساحل راست واقع شده‌اند. زمین‌شناسی محل سد که با جزئیات کامل توسط کارشناسان ایرانی و رومانی تشریح شده حاکی از آنست که درزهای موجود در سنگ‌های آهکی ساحل راست بیشتر از ساحل چپ میباشد این مطلب با اطلاعات حاصله از آزمایشات ژئوتکنیک تأیید شده‌است.

روشهای مورد استفاده در آزمایشات ژئوتکنیک :

در اولین مرحله طرح ریزی (مطالعات مرحله امکان) برای تعیین خواص ژئوتکنیک محل سد شش آزمایش در دو تونل که در جبهه راست و چپ رودخانه در محل تکیه گاههای محور سد با کوه حفر شده بود انجام گردید. که دو آزمایش با جک هیدرولیک در تونل سمت راست رودخانه که در یک آزمایش فشار به سنگهای کف تونل و در آزمایش دیگری فشار به دیواره تونل وارد میشد. و چهار آزمایش در تونل سمت چپ رودخانه که سه آزمایش آن با جک هیدرولیک با فشار افقی و قائم و یک آزمایش با جک مسطح انجام شد.

روشهای مورد استفاده در آزمایش ژئوتکنیک بقرار زیر است :

الف : آزمایش با جک هیدرولیک (عکس شماره ۱)

وسایل و دستگاههای زیر در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفته‌است.

— یک صفحه فولادی بقطر ۰۰ میلی‌متر و ضخامت ۰۴ میلی‌متر ، دارای چهار شکاف در چهار طرف که چهار دستگاه میکروکمپاراتور (اندازه گیر نشست سنگ) در آنها قرار میگردد.

— جک هیدرولیک که توسط کارخانه ماشین سازی تهران و با مشخصات زیر ساخته شده‌است.

— ارتفاع ۰۸۰ میلی‌متر

— شعاع پیستون ۲۸۶ میلی‌متر

— مجموع نیروئی که وارد میکند ۲۰ تن

— یک پمپ روغنی جهت تولید فشار تا حداکثر ۰۰۳ آتمسفر

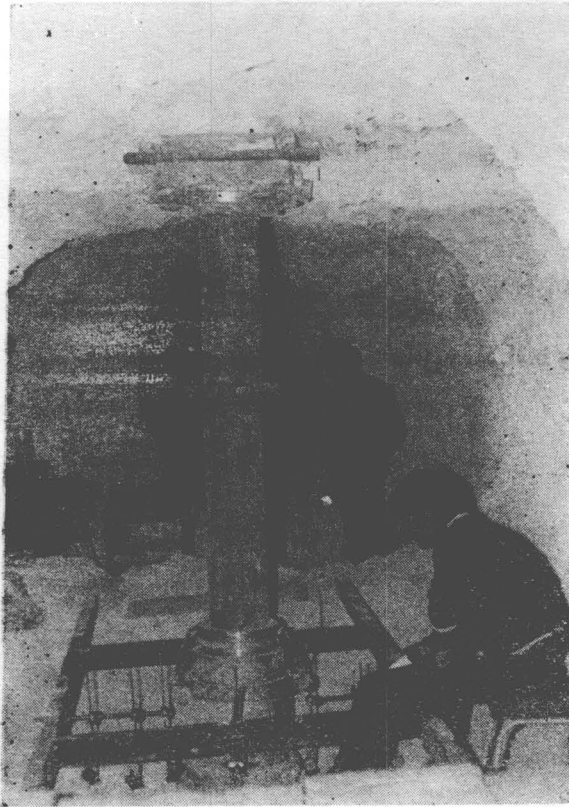
— لوله‌های فولادی جهت اتصال جک به دیوار یا سقف تونل بقطر ۰۲۰ میلی‌متر

— میکروکمپاراتور با دقت اندازه گیری $\frac{1}{100}$ میلی‌متر و شعاع عمل ۲ سانتیمتر

— میله‌های فولادی جهت اتصال میکروکمپاراتورها

در این آزمایش جهت اندازه گیری انقباض و انبساط سنگها تحت اثر فشار وارده ۱۲ عدد میکروکمپاراتور

بکار میرود که چهار عدد آن در محل چهار شکاف صفحه بقطر ۰۰۵ میلیمتر به سنگ تکیه میکند و چهار تا بفاصله ۱۶ سانتیمتر از محیط این صفحه و ۴ عدد دیگر بفاصله ۳۲ سانتیمتر از محیط صفحه فلزی قرار دارد. جزئیات مربوط به مونتاژ جاگذاری و کار با جک در عکسهای شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۴ نشان داده شده است.



شکل ۱ - منظره عمومی

متد آزمایش با جک مسطح

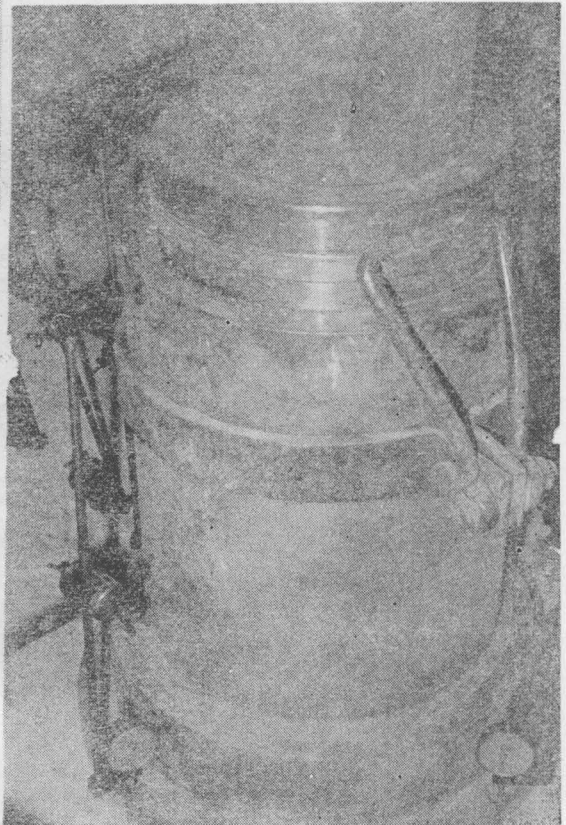
برای این آزمایش دو دستگاه جک مسطح از نوع فری اسینت به قطر ۰۰۱۰ میلیمتر (که یکی از این دو جک یدکی است) و مجهز به فشارسنج میباشند تهیه و در داخل استوانه ای از بتن کار گذاشته شد محل این آزمایش در شکافی که بابعاد ۰۸۵ x ۰۳۰ x ۰۰۵ متر در کف تونل سمت چپ رودخانه حفر شد قرار دارد در این شکاف یک استوانه بتن مسلح ساخته شده و جک مسطح جهت انتقال فشاری که از پمپ به آن منتقل میشود در داخل بتن کار گذاشته شد این فشار توسط بتن بدو دیواره دو طرف شکاف منتقل شده و توسط میکرو کمپاراتورها اثر آن روی سنگ اندازه گیری میشود.

روی هر دیوار این شکاف ۱ عدد میکرو کمپاراتور جهت اندازه گیری انقباض و انبساط سنگ کار گذاشته شده که ۰ عدد آن روی محیط سطح اتکاء بتن و دیواره سنگی قرار گرفته و پنج عدد دیگر بفاصله ۳۰ سانتیمتر از این محیط قرار دارد.



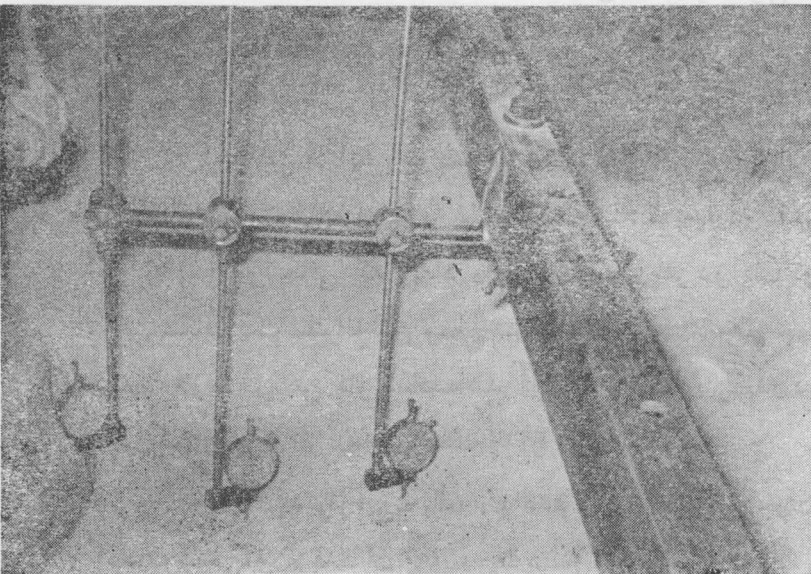
شکل ۲ - میله‌ها و میکرو کمپاراتور

میلها و میکرو کمپاراتور
 و میله‌ها و میکرو کمپاراتور
 و میله‌ها و میکرو کمپاراتور



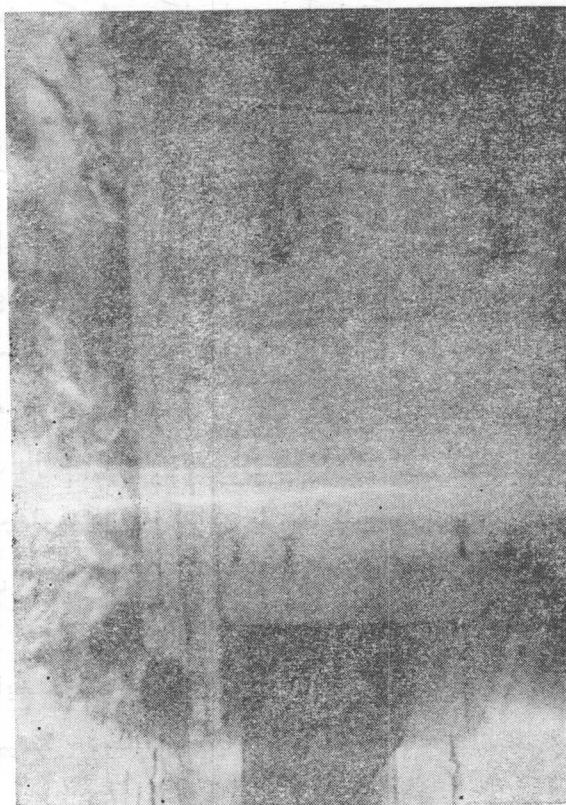
شکل ۳ - جک هیدروایک و دو میکرو کمپاراتور

جک هیدروایک و دو میکرو کمپاراتور
 و جک هیدروایک و دو میکرو کمپاراتور
 و جک هیدروایک و دو میکرو کمپاراتور



شکل ۴ - سه میکرو کمپاراتور روی یک خط

جزئیات این عمل در عکسهای شماره ۵ و ۶ نشان داده شده است.



شکل ۵ - قالب بندی جک مسطح



شکل ۶ - جک مسطح و آهن بندی آن

در کلیه آزمایشها نحوه عمل به این ترتیب است که در هر آزمایش مقدار بار گذاری را بتدریج و در سیکل های مختلف زیاد کرده و دوباره به صفر میرسانیم باین ترتیب ۰-۲-۵-۲-۰. فشار از صفر تا ۵ اتمسفر ترقی کرده و در روی هر کدام از فشارها مثلاً ۲ اتمسفر ۱ دقیقه فشار ثابت میماند در سیکل بعدی فشار

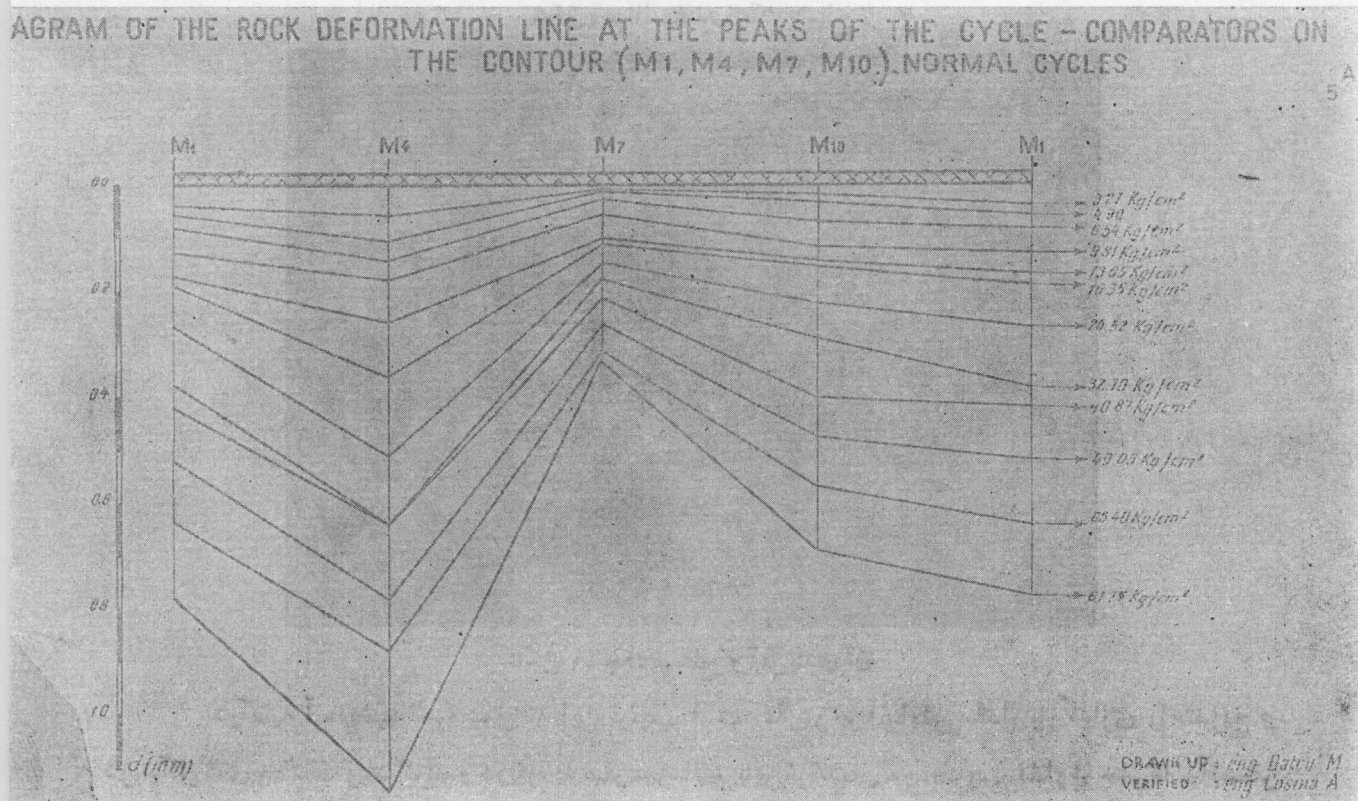
به ماگزیم ۱. آتمسفر میرسد و بهمین ترتیب نقطه ماگزیم فشار هر سیکل ترقی کرده تا به ۳. آتمسفر برسد لازم است تذکر داده شود که این سیکل ها در هر آزمایش پشت سرهم و بدون وقفه شبانه روز انجام میشود و توقف فشار در نقطه ماگزیم هر سیکل و روی فشار صفر هر سیکل نیم ساعت میباشد و در تمام دوره آزمایش هر پنج دقیقه یکبار اعداد میکروکمپاراتورها خوانده شده و در جدول مربوطه یادداشت میشود. در پایان هر آزمایش آزمایشی داریم که فشار را بطور سریع بالا برده و بطور سریع پائین میآوریم و نتایج را از روی میکروکمپاراتورها یادداشت میکنیم این آزمایش فقط در ۴ سیکل مثلاً ۰-۶-۰-۱۲-۰ و ۰-۱۸-۰-۲۴-۰ انجام میشود و منظور آنست که انبساط و انقباض سنگ را در بارگذاری ها و تخلیه بارهایی که بطور سریع انجام بگیرد اندازه گیری کرد.

هر آزمایش کامل بدون وقفه بین ۶-۵ ساعت طول میکشد. و آزمایش جک مسطح در دو مرحله انجام میشود در مرحله اول بارگذاری در ده سیکل با حداکثر بار ۱۸۰۰ تن و بمدت ۶ ساعت انجام میشود. در مرحله دوم چهار سیکل بارگذاری تا حداکثر بار ۲۵۰۰ تن و بمدت ۶ ساعت انجام میگردد باین ترتیب مدت آزمایش با جک مسطح رویهم رفته ۱۲ ساعت میباشد.

تجزیه و تحلیل

با استفاده از نتایج حاصله از اندازه گیری انقباض و انبساط سنگها دیاگرامهای زیر رسم شده است:
— حداکثر تغییر شکل در ماگزیم بارگذاری سیکل ها در نقاط هم فاصله با مرکز جک (دیاگرامهای

شماره ۷ و ۸ و ۹).



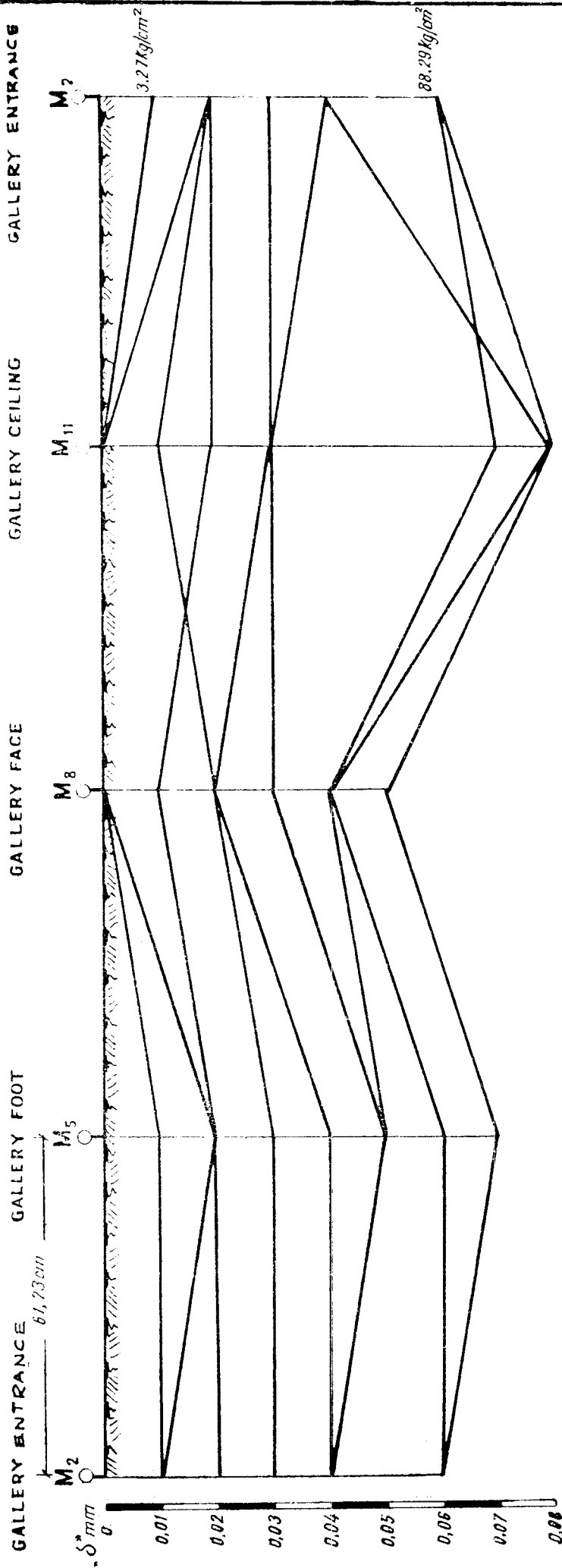
شکل ۷ - دیاگرام تغییر شکل برای آزمایش شماره ۵

I. S. P. H.

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASSI DAM
GALLERY N^o1 LEFT ABUTMENT
C³H

DIAGRAM OF THE ROCK DEFORMATION LINE AT THE PEAKS OF THE CYCLES-(COMPARATORS AT 14 cm
DISTANCE FROM THE CONTOUR) - NORMAL CYCLES

5A

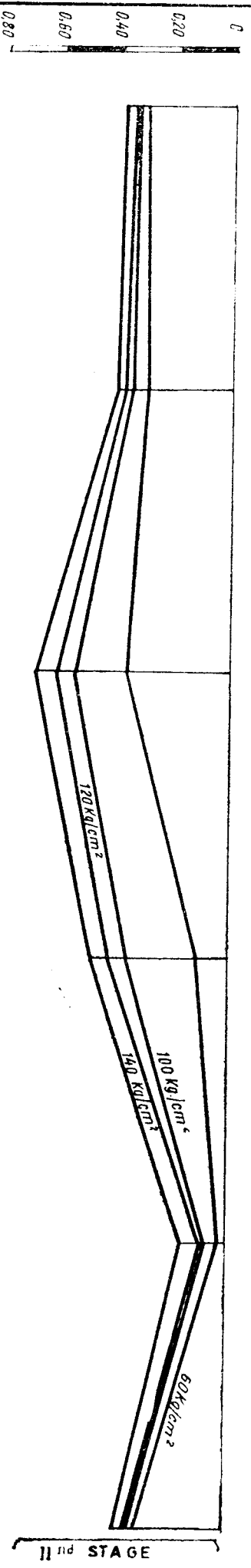
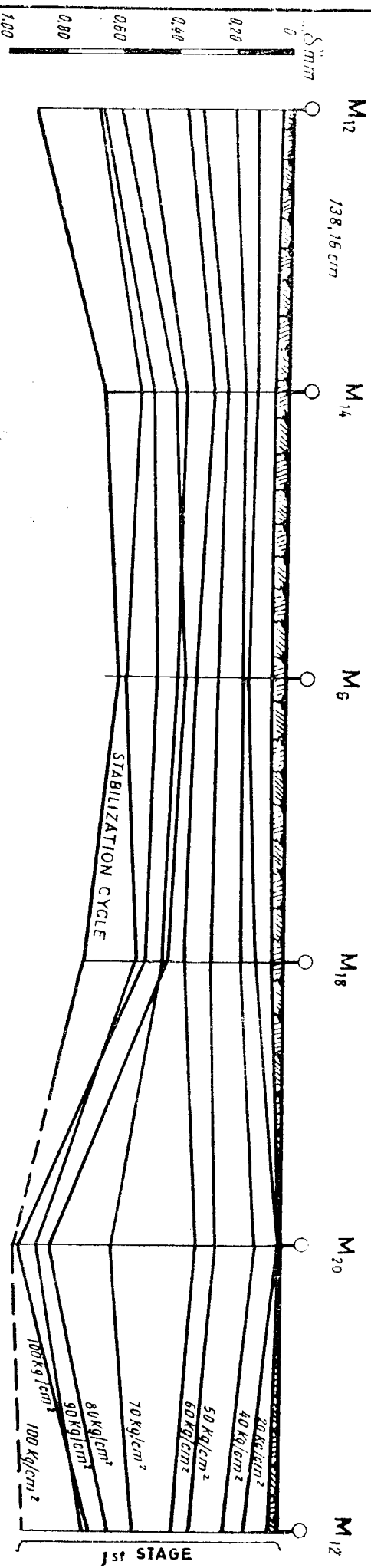


DRAWN UP eng. O. Stancescu
CHECKED eng. A. Cosiliva

I. S. P. H.

DIAGRAM OF THE ROCK DEFORMATION LINE AT THE PEAKS OF THE CYCLES - NORMAL CYCLES.
DISTANCE FROM THE CONTOUR -

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASSI DAM
GALLERY No. 1 LEFT ABUTMENT
C/P LEFT WALL
5 C



DRAWN UP Eng. D. Stănescu
VERIFIED Eng. A. Cosma

شکل ۱ - آزمایش تغییرشکل برای چک مسطح

— دیاگرامهای نشست سنگ در حداکثر بار گذاری شکل ها (شماره ۱۰ و ۱۱).

— دیاگرامهایی که برای هر آزمایش تهیه شده از یکطرف برای محاسبه تغییرشکل والاستیسیته سنگها و از طرف دیگر برای تعیین عکس العمل سنگها تحت شرایط فشار مورد استفاده قرار میگیرد.

باین ترتیب بطوریکه از دیاگرامها مشهود است بر اثر برگشت سنگ بحالت اولیه در تونل ساحل راست کاملاً روشن است تغییرشکل و برگشت بحالت اول سنگ در داخل تونل و در شکافهای حفر شده مشهود است.

از طرف دیگر درزهای سنگ آهک در این قسمت تونل بیشتر بچشم میخورد و مسیر این درزها موازی با شیب طبقات جبهه راست رودخانه میباشد.

در ساحل چپ منحنی تغییرشکل بواسطه استحکام سنگها که مانند یک صفحه سخت عمل میکنند تقریباً افقی است. مقادیر تغییرشکل کلی و تغییرشکل باقیمانده در سنگ بواسطه خاصیت الاستیسیته نسبتاً زیاد و پیوستگی سنگ در این قسمت تونل کم میباشد. دیاگرامهای حاصله از نتایج آزمایش جک مسطح حاکی از آنست که بواسطه وجود درزهای زیاد در سنگها و همچنین بواسطه وجود بار بیشتر تغییرشکل نیز بیشتر است. شکل دیاگرامهای تغییرشکل در مرحله اول و دوم آزمایش جک مسطح با یکدیگر تفاوت مشخص دارند دیاگرامهای مرحله اول مواردی غیر عادی را نشان میدهند که احتمالاً بواسطه عدم تداوم توده سنگهای درزدار خرد شده میباشد.

در مرحله دوم آزمایش پس از وارد کردن بار ۱۸۰۰ تن بمدت ۶ ساعت دیاگرامهای تغییرشکل موازی دیاگرامهای ۶ ساعت مرحله اول بدست آمد. در نتیجه میتوان گفت که با وارد آوردن بار بمدت بیشتر درزها و خلل و فرج ریز بطور قطع مسدود میشوند از این مسئله نتیجه میشود که استحکام و چسبندگی سنگهای آهکی منطقه مورد مطالعه تحت اثر فشار آب و سد در مدت طولانی بیشتر و بهتر میشود.

البته کیفیت سنگها بوسیله انژکسیون سیمان نیز که در زیر فونداسیون انجام میشود بهبود خواهد یافت. پس از تهیه دیاگرامهای فوق الذکر منحنی های $P = fcdl$ برای هر آزمایش و هر گروه میکرو کمپاراتور که با فواصل مساوی نسبت به محور جک قرار گرفته رسم گردید و مدول تغییرشکل (Ed) و مدول الاستیسیته (Ec) محاسبه گردید (شکلهای ۱۶ و ۱۵ و ۱۴ و ۱۳ و ۱۲).

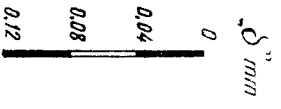
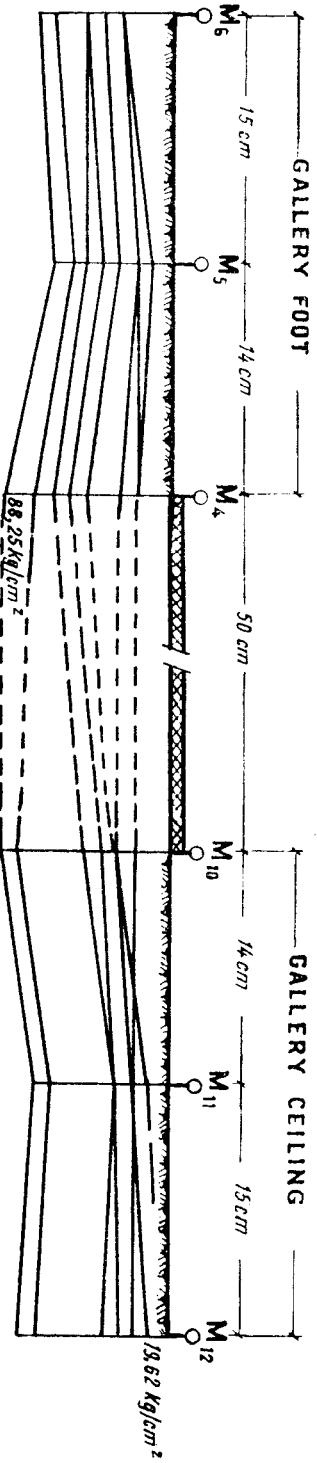
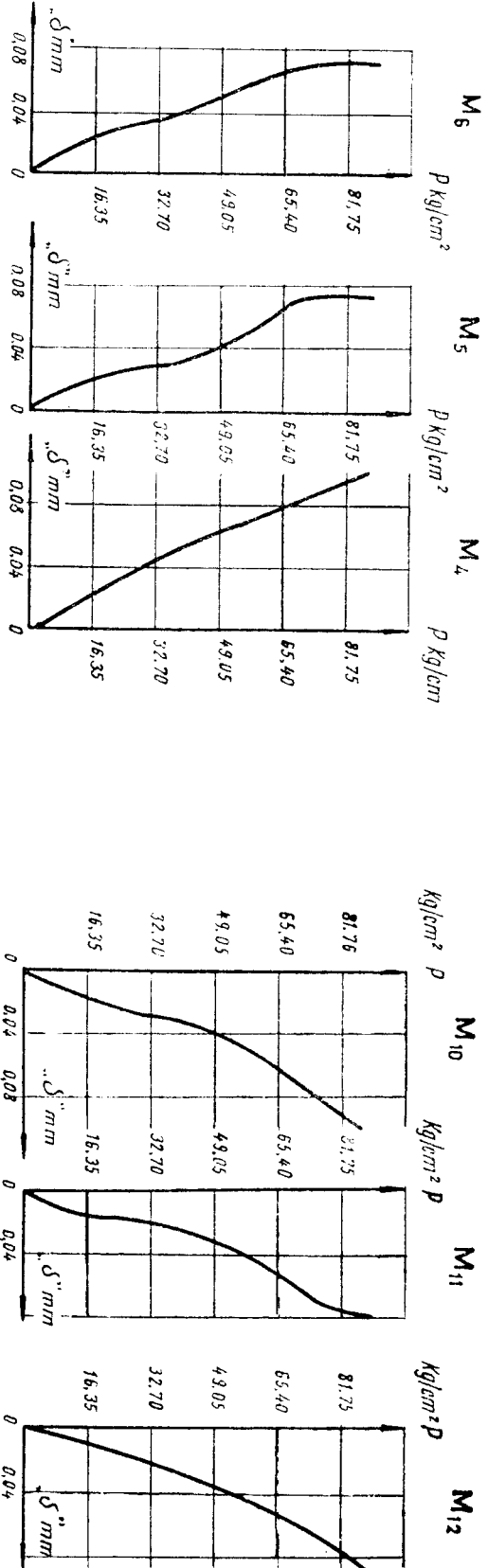
مدولها بر طبق معیار بوسینسک و با استفاده از پارامترها و ضرائب مطابق با سطحی که بار به آن وارد میشود محاسبه گردیده است.

شکل منحنی های $P = f(\delta)$ وجود تناسب بین فشار و تغییرشکل را تأیید مینمایند مقادیر تانژانت این منحنیها در آزمایش تعیین مقاومت سنگهای عمیق جبهه سمت چپ زیاد و مداوم است و در جبهه راست کمتر است تانژانت منحنیها با تقلیل فشار کم میشود مقادیر مدول الاستیسیته که از سیکل های سریع نتیجه گرفته شده است خیلی نزدیک با رقم حاصله از آزمایش های سیکل های مداوم و منظم میباشد. حاصل اینکه

I. S. P. H.

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASSI DAM
GALLERY № 1 LEFT ABUTMENT

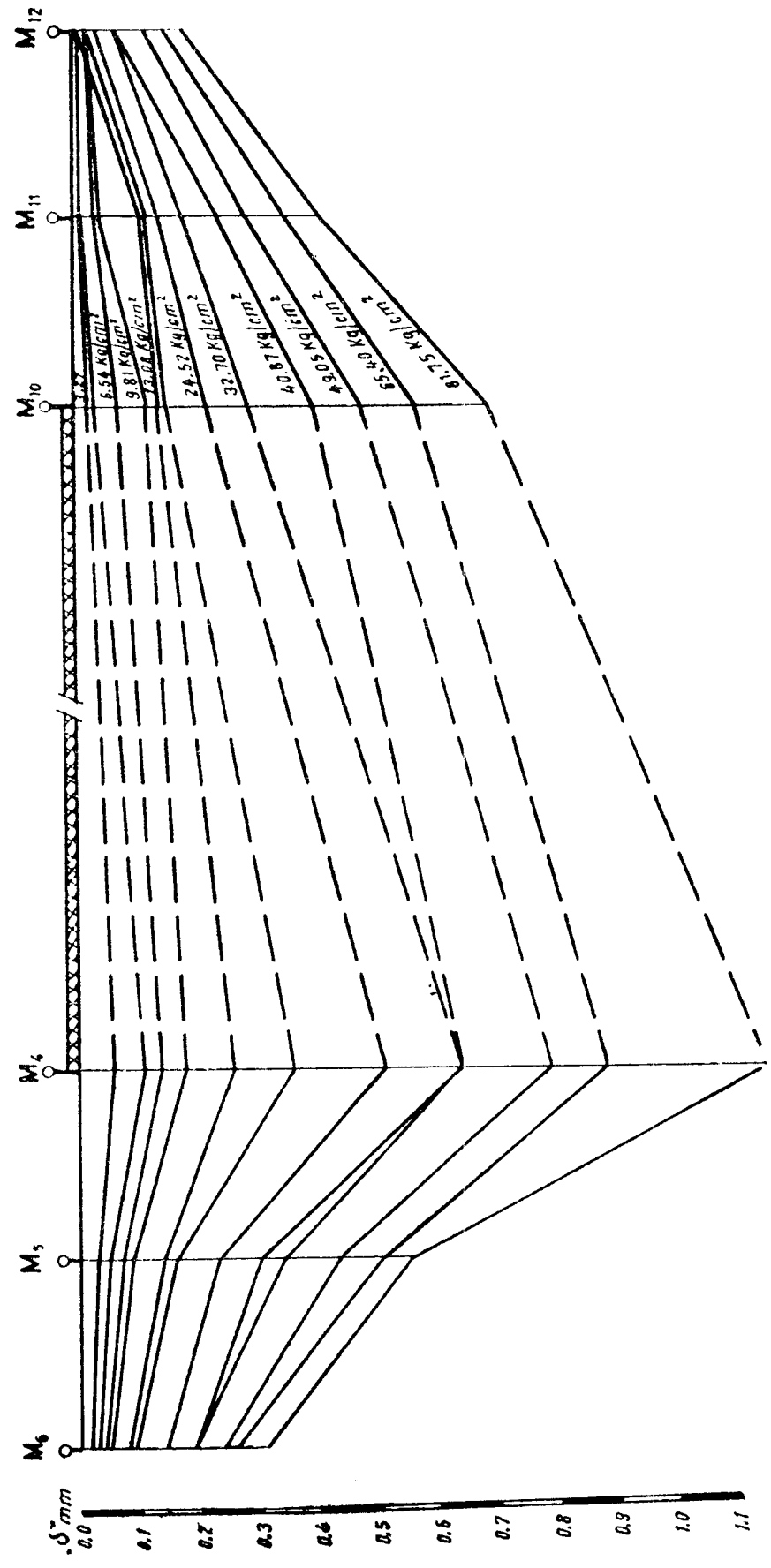
DIAGRAM OF THE ROCK DEFORMATION LINE AT THE PEAKS OF THE CYCLES AND WINDING CURVES (P-δ) OF THE COMPARATORS IN A - A' SECTION - NORMAL CYCLES



DRAWN UP: eng. O. Sfānescu
VERIFIED: eng. A. Cosma

شکل ۱۰ - دیاگرام تغییرشکل برای آزمایش شماره ۳ جنبه چپ رودخانه

I. S. P. H. DIAGRAM OF THE DEFORMATION LINE OF THE ROCK AT THE PEAKS OF THE CYCLE Δ-A' SECTION



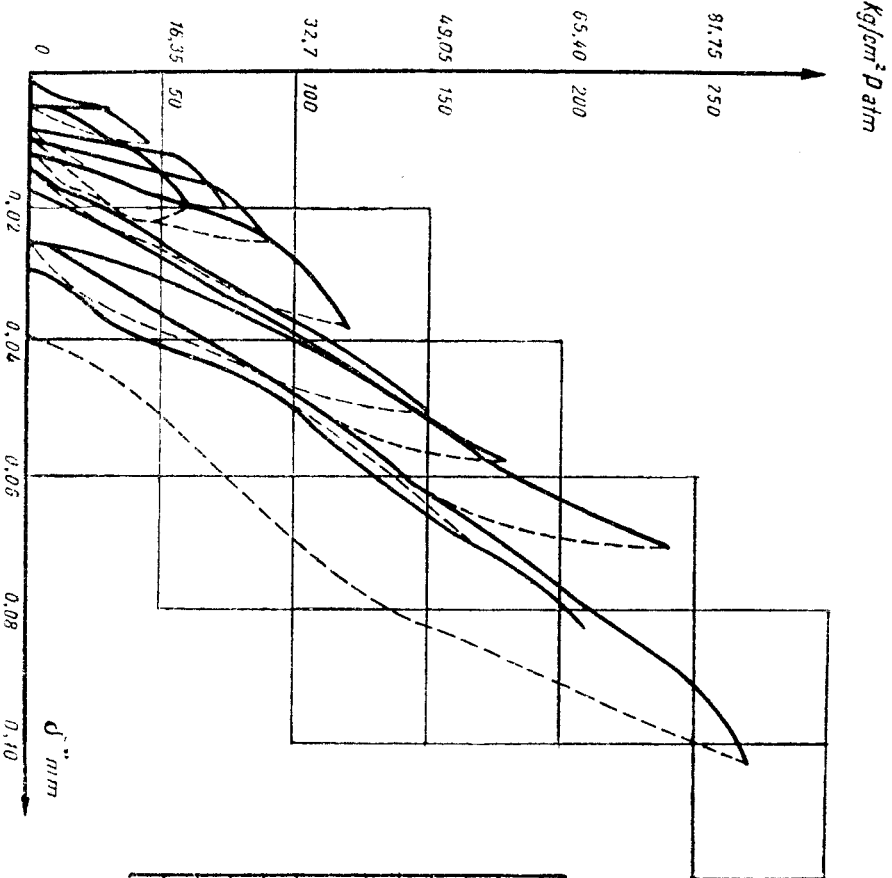
شکل ۱۱- آزرایش تغییر شکل در یک مقطع که از قطر صفحه فلزی می گذرد

I.S. R. H.

PRESSURE-AVERAGE DEFORMATION DIAGRAM

(COMPARATORS M₁+M₄+M₇+M₁₀)^{C3H} NORMAL CYCLES

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASSI DAM
GALLERY N^o 1 LEFT ABUTMENT



PRESSURE CYCLES	G	DEFORMATION				G/d _r	G/d _e	D	E
		d _r	d _e	d _r	d _e				
0-30-0	9.81	0.0005	0.0005	-	19620	-	725.946	-	
0-45-0	14.71	0.0010	0.0005	0.0005	14710	23420	546.270	1088.540	
0-60-0	19.62	0.0020	0.001	0.001	9810	19620	167.910	725.940	
0-75-0	24.52	0.0020	0.001	0.001	12260	24520	453.620	907.240	
0-90-0	29.43	0.0025	0.00125	0.00125	11772	23544	435.564	871.128	
0-120-0	39.24	0.00375	0.0015	0.00225	10464	17440	387.168	645.280	
0-150-0	49.05	0.0050	0.00175	0.00325	9810	15092	362.970	558.415	
0-180-0	58.86	0.00575	0.0030	0.00275	10236	21404	378.751	791.935	
0-210-0	68.67	0.00825	0.00350	0.00575	8323	11943	307.974	441.976	
0-240-0	78.48	0.007	0.0025	0.0045	11211	17440	414.823	645.280	
0-270-0	88.29	0.01025	0.004	0.00625	8614	14126	318.705	522.677	

7A

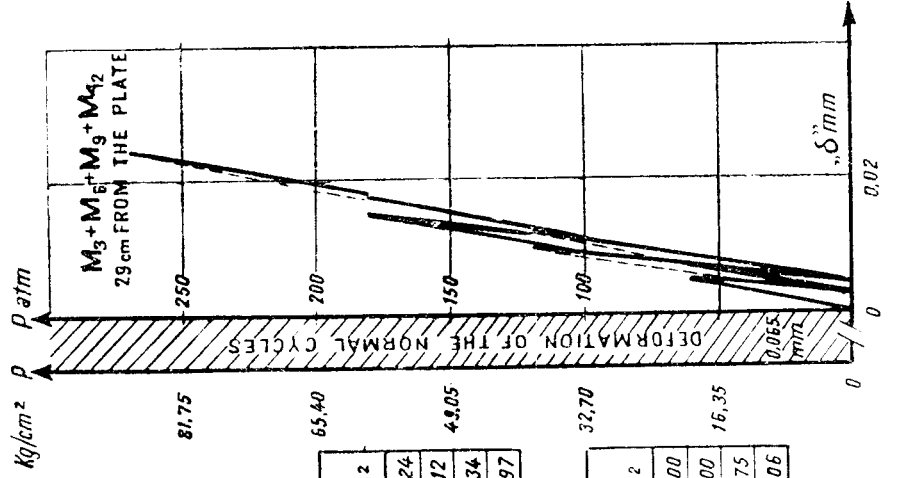
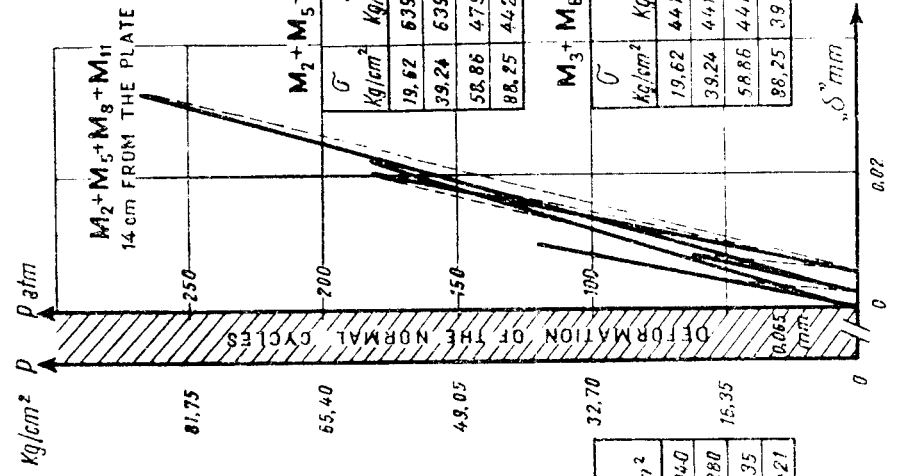
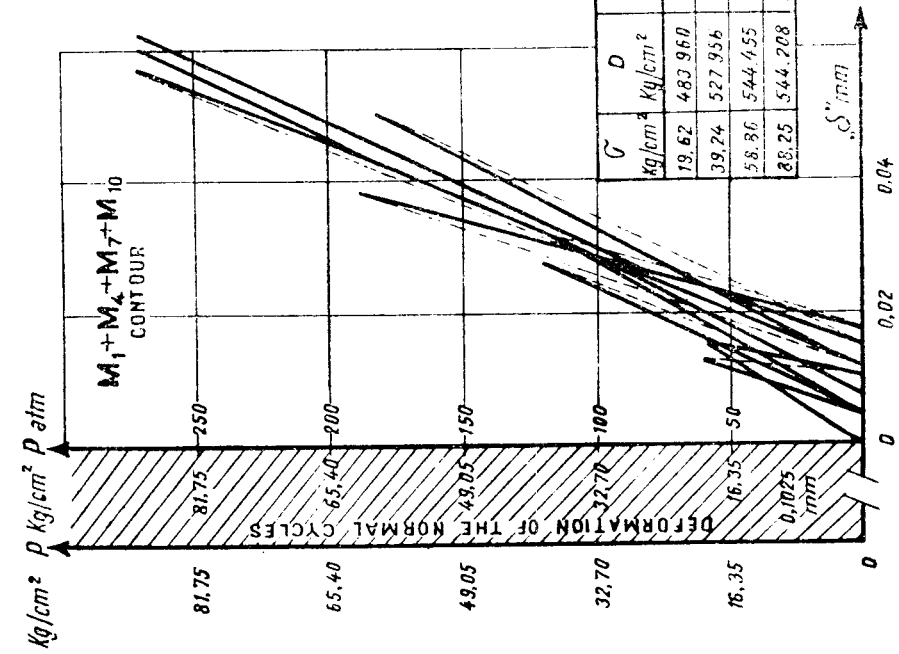
شکل ۱۲ - دیاگرام P=f(δ) برای آرایش ششگوشه چپ

DRAWN UP - eng. C. Stănescu
VERIFIED - eng. A. Cosma

I. S. P. H.

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASSI DAM
GALLERY No 1 LEFT ABUTMENT
C₃H
7D

PRESSURE-AVERAGE DEFORMATION (SHOCK CYCLES)



DRAWN UP : eniq. O. Stinescu
VERIFIED : eny. A. Cosma

شکل ۱۳-۵) برای آزمایش سریع

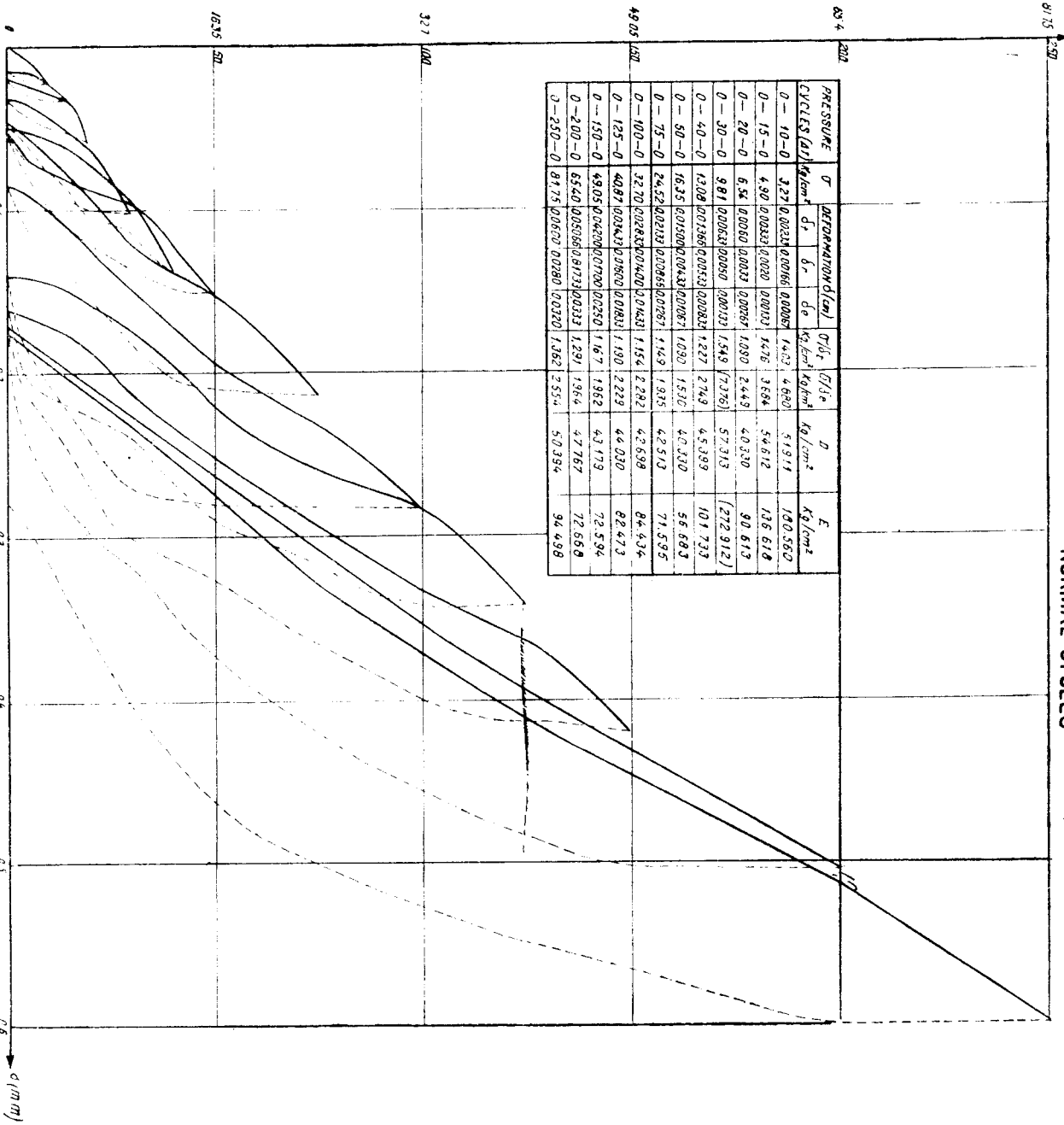
(kg/cm²/P/lin)

DIAGRAM P = f(δ) AVERAGE DEFORMATION ON THE CONTOUR M1+M7+M10)
NORMAL CYCLES

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASSI DAM
GALLERY N.6 RIGHT ABUTMENT
C₅H

8A

PRESSURE CYCLES (ΔP)	DEFORMATION d (cm)			σ ₁ /σ ₂ (kg/cm ² / kg/cm ²)	σ ₁ /σ ₂ (kg/cm ² / kg/cm ²)	D (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	
	d _s	d _r	d _e					
0 - 10 - 0	3.27	0.00231	0.00166	0.00087	1.432	4.660	519.14	180.562
0 - 15 - 0	4.90	0.00333	0.0020	0.00133	1.478	3.684	54.612	118.618
0 - 20 - 0	6.54	0.0050	0.0032	0.00257	1.039	2.443	40.330	30.613
0 - 30 - 0	9.81	0.00638	0.0050	0.00333	1.548	7.776	57.313	(272.912)
0 - 40 - 0	13.08	0.01386	0.00533	0.00832	1.227	2.743	45.399	101.733
0 - 50 - 0	16.35	0.01500	0.00430	0.0087	1.030	1.510	40.330	56.683
0 - 75 - 0	24.52	0.02323	0.00856	0.0287	1.432	1.935	42.513	71.595
0 - 100 - 0	32.70	0.02833	0.00400	0.0430	1.154	2.282	42.630	84.434
0 - 125 - 0	40.87	0.03433	0.00800	0.0833	1.109	2.229	44.030	82.473
0 - 150 - 0	49.05	0.04200	0.01700	0.0250	1.167	1.952	43.179	72.594
0 - 200 - 0	65.40	0.05066	0.01733	0.0333	1.291	1.864	47.767	72.668
0 - 230 - 0	81.75	0.0630	0.0280	0.0320	1.362	2.354	50.394	94.498



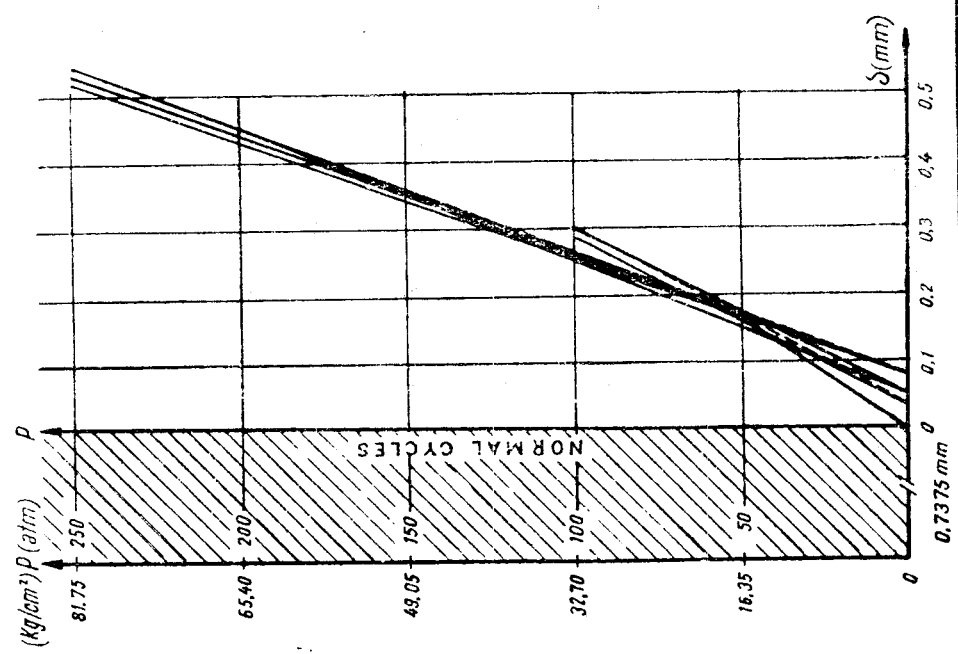
DRAWN UP : eng. Dary M
VERIFIED : eng. Asma A

شکل ۱-۴ دیاگرام P=f(δ) آزمایش فشار ه جنبه راست

A. S. P. H

SAVEH DEVELOPMENT
 SHAH-ABBASSI DAM
 GALLERY N^o 6 RIGHT ABUTMENT
 C₅H

DIAGRAM $P = f(\delta)$ CONTOUR AVERAGE DEFORMATION ($M_1 + M_4 + M_7 + M_{10}$) - SHOCK CYCLES θ^D



PRESSURE CYCLES atm	\bar{P} kg/cm ²	DEFORMATION δ (cm)			$\bar{V}/\delta t$ kg/cm ³	$\bar{U}/\delta e$ kg/cm ²	D kg/cm ²	E kg/cm ²
		δt	δr	δe				
0 50 0	16.35	0.0165	0.0040	0.0025	990	1308	36.630	48.396
0 100 0	32.70	0.0281	0.0065	0.0216	1163	1514	43.061	55.018
0 200 0	65.40	0.0452	0.0088	0.0384	1445	1703	53.465	63.011
0 250 0	81.75	0.0530	0.0095	0.0465	1542	1758	57.054	65.045

DRAWN UP : eng. M. Daitcu
 VERIFIED : eng. A. Cosma

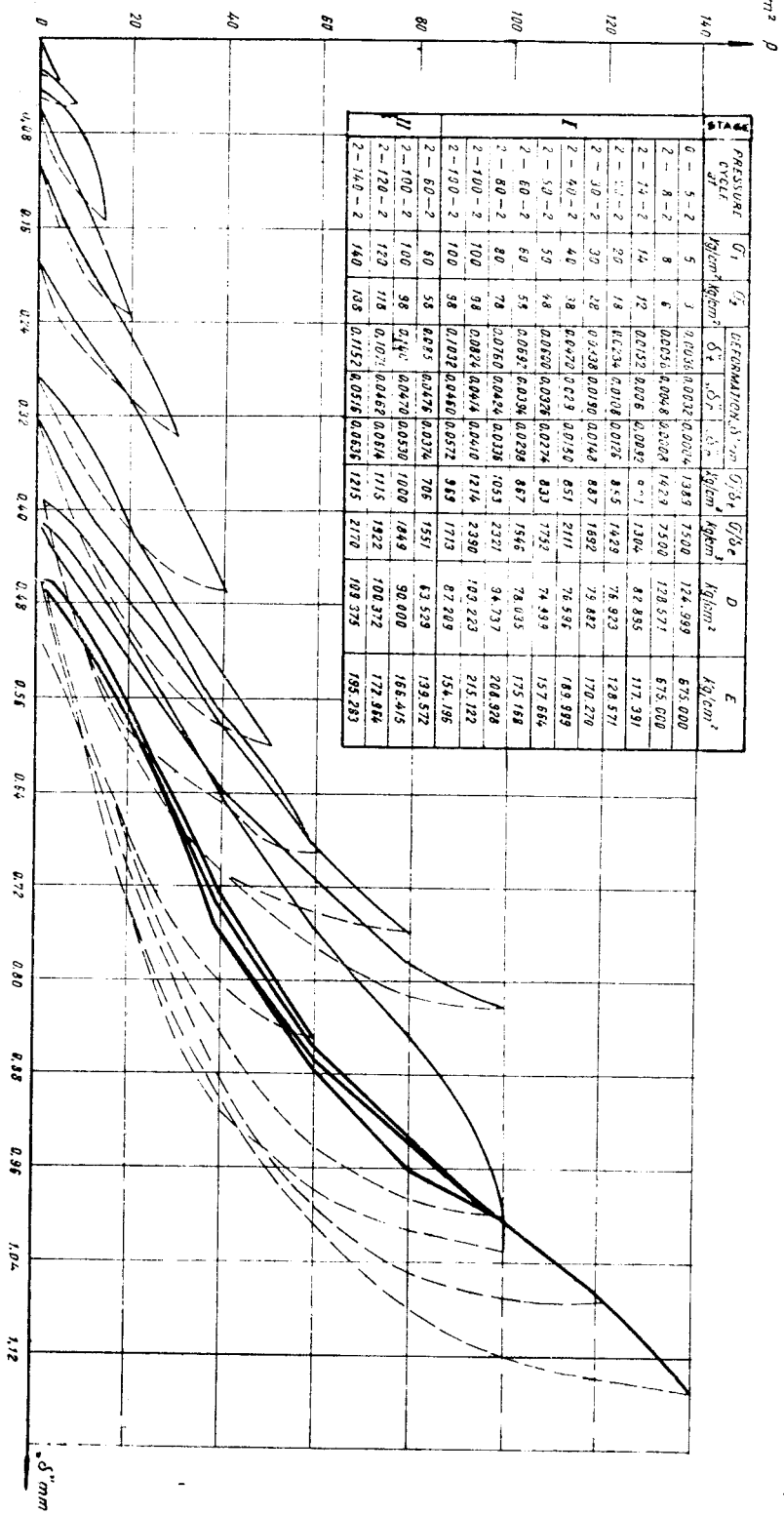
شکل ۱۰ - دیاگرام $P=f(\delta)$ آزمایش شماره ۶ سریع

DIAGRAM PRESSURE-AVERAGE DEFORMATION (ON THE CONTOUR) - NORMAL CYCLES

9A

STAGES I+II

CYCLE	PRESSURE kg/cm ²	Q ₁ kg/cm	Q ₂ kg/cm	DEFORMATION δ ₁ mm		Q ₁ δ ₁ kg/cm	Q ₂ δ ₂ kg/cm	D kg/cm ²	E kg/cm ²
				Q ₁	Q ₂				
0 - 5 - 2	5	3	3	0.0036	0.0034	13.88	7.500	124.999	673.000
2 - 8 - 2	8	6	6	0.0036	0.0034	14.22	7.500	128.571	675.000
2 - 14 - 2	14	12	12	0.0152	0.0092	13.04	13.04	87.835	117.391
2 - 20 - 2	20	18	18	0.0234	0.0128	0.0724	8.55	14.22	128.571
2 - 30 - 2	30	28	28	0.0338	0.0190	0.0748	8.87	18.82	170.270
2 - 40 - 2	40	38	38	0.0472	0.0274	0.0750	8.51	21.11	188.888
2 - 50 - 2	50	48	48	0.0620	0.0374	0.0774	7.95	24.439	157.684
2 - 60 - 2	60	58	58	0.0837	0.0504	0.0798	8.67	28.035	125.188
2 - 80 - 2	80	78	78	0.0760	0.0434	0.0738	10.51	34.737	204.328
2 - 100 - 2	100	98	98	0.0824	0.0464	0.0610	12.14	23.890	192.222
2 - 100 - 2	100	98	98	0.1032	0.0572	0.0572	9.83	17.13	158.195
2 - 60 - 2	60	58	58	0.0837	0.0574	0.0574	7.05	15.51	133.572
2 - 100 - 2	100	98	98	0.1447	0.0670	0.0530	10.00	10.49	90.000
2 - 120 - 2	120	118	118	0.1071	0.0462	0.0514	11.15	18.22	108.372
2 - 140 - 2	140	138	138	0.1152	0.0518	0.0535	12.15	19.875	185.283



شکل ۱۱- دیاگرام چگس متوسط چگس

DRAWN BY eng. O. Shamsi
... ATED BY eng. A. Ghasemi

بار گذاری و تخلیه بار بر تغییر شکل باقیمانده یا الاستیک سنگ که کاملاً مشهود می باشد اثر زیادی نخواهد داشت .
 در اینجا برای نشان دادن مشخصات جبهه راست و چپ رودخانه فقط بارائه دیاگرامها و منحنی ها
 اکتفا میشود حدود تغییرات مدول تغییر شکل (D) و الاستیسیته (E) متناسب با فشار روی دیاگرام های
 مربوط به هر جبهه رودخانه متمرکز شده است (اشکال ۱۷ و ۱۸ و ۱۹ و ۲۰).

نتایج :

- ۱ - نقشه ها و مطالعات زمین شناسی و هم چنین نتایج حاصله از آزمایشهای ژئوتکنیک هر دو مؤید
 این مطلب هستند که اختلاف زیادی بین کیفیت سنگهای طرف راست و چپ رودخانه وجود دارد بنابراین
 محاسبه سد بایستی بر طبق خواص ژئوتکنیک سنگ در هر یک از دو طرف رودخانه باشد .
- ۲ - خواص الاستیسیته سنگ خیلی خوب است و شکل منحنی های $P = F(\delta)$ در حداکثر فشارهای
 آزمایشی $\frac{140 \text{ kg}}{\text{Cm}^2}$ در طرف چپ و $\frac{88750 \text{ kg}}{\text{Cm}^2}$ در طرف راست هیچگونه شکستگی نشان نمیدهد .
- ۳ - با در نظر گرفتن ضریب اطمینانی برابر ۱/۲۰ - ۲/۲۰ خستگی های قابل قبول زیر (تا جایی که ایجاد
 شکستگی در سنگ نکند) پیشنهاد میشود .

$$G_a = \frac{40 \text{ kg}}{\text{Cm}^2} \text{ برای طرف راست}$$

$$G_a = \frac{50 \text{ kg}}{\text{Cm}^2} \text{ برای طرف چپ}$$

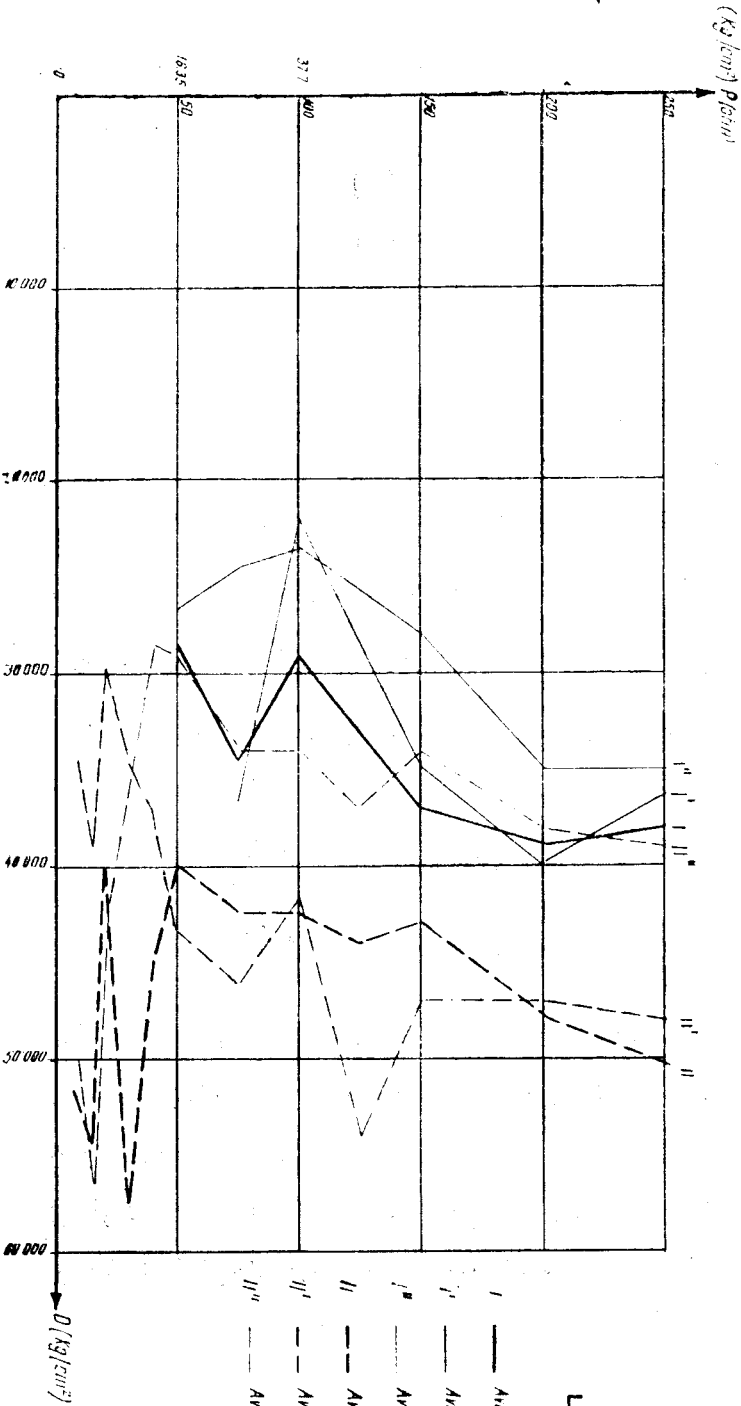
- ۴ - چون سنگها خشک و بدون آب میباشند اگر پس از حفاری مدت زمان زیادی طول بکشد تا
 بتن ریزی انجام شود . احتمال انبساط سنگها وجود دارد . که بهمین دلیل پیشنهاد میشود فواصل زمانی بین
 بتن ریزی و حفاری به حداقل ممکن برسد .

در پایان از کارکنان فنی وزارت آب و برق و هم چنین آزمایشگاه مصالح ساختمان دانشکده فنی
 دانشگاه تهران که در انجام آزمایش های فوق همکاری صمیمانه مبذول داشته اند نهایت سپاسگزاری میشود .

SAVEH DEVELOPMENT
 SHAH-ABBASSI DAM
 GALLERY N-6 RIGHT ABUTMENT
 C₁V C₅H

10D

DIAGRAM D-f(P) NORMAL CYCLES



LEGEND

- I — Average on the contour C₄V
- I' — Average at 16 cm from the contour C₄V
- I'' — Average at 32 cm from the contour C₄V
- II — Average on the contour C₅H
- II' — Average at 16 cm from the contour C₅H
- II'' — Average at 32 cm from the contour C₅H

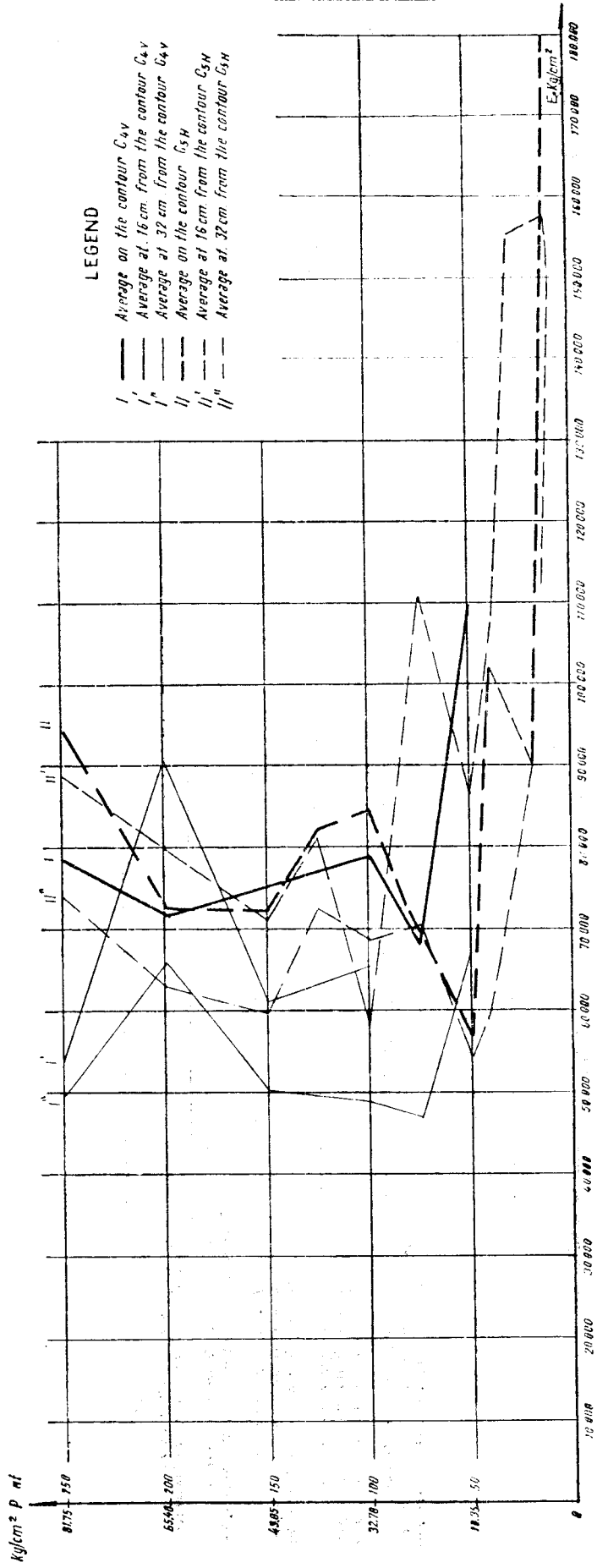
Drawn up : Eng. Dajou M
 Verified : Eng. Casim A

I. S. P. H.

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASSI DAM
GALLERY No:6 RIGHT ABUTMENT
C₄Y, C₅H

DIAGRAM E = f(P) NORMAL CYCLES

10°C

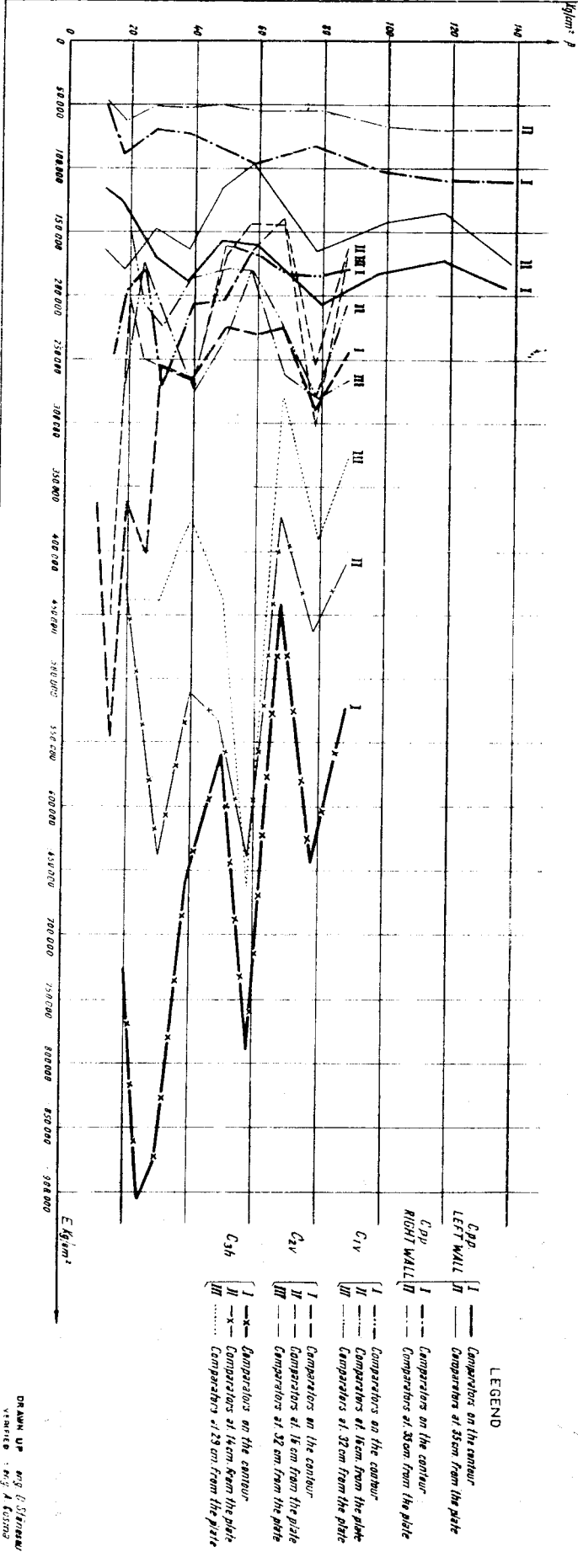


DRAWN UP : eng. M. Dafu
VERIFIED : eng. A. Coorna

L.S. P.H.

SAVEH DEVELOPMENT
 SHAH-ABBASSI DAM
 GALLERY N:1 LEFT ABUTMENT
 CEP CIV C2V C3H

DIAGRAM E = f(P) NORMAL CYCLES -



LEGEND

- C3P WALL I ——— Comparators on the contour
- LEFT WALL II ——— Comparators at 35cm from the plate
- C1D RIGHT WALL I ——— Comparators on the contour
- RIGHT WALL II ——— Comparators at 35cm from the plate
- CIV I ——— Comparators on the contour
- II ——— Comparators at 15cm from the plate
- III ——— Comparators at 32cm from the plate
- C2V I ——— Comparators on the contour
- II ——— Comparators at 15cm from the plate
- III ——— Comparators at 32cm from the plate
- C3H I ——— Comparators on the contour
- II ——— Comparators at 14cm from the plate
- III ——— Comparators at 29cm from the plate

DRAWN UP BY: G. STREINER
 VERIFIED: M. J. A. ESTEVAZ

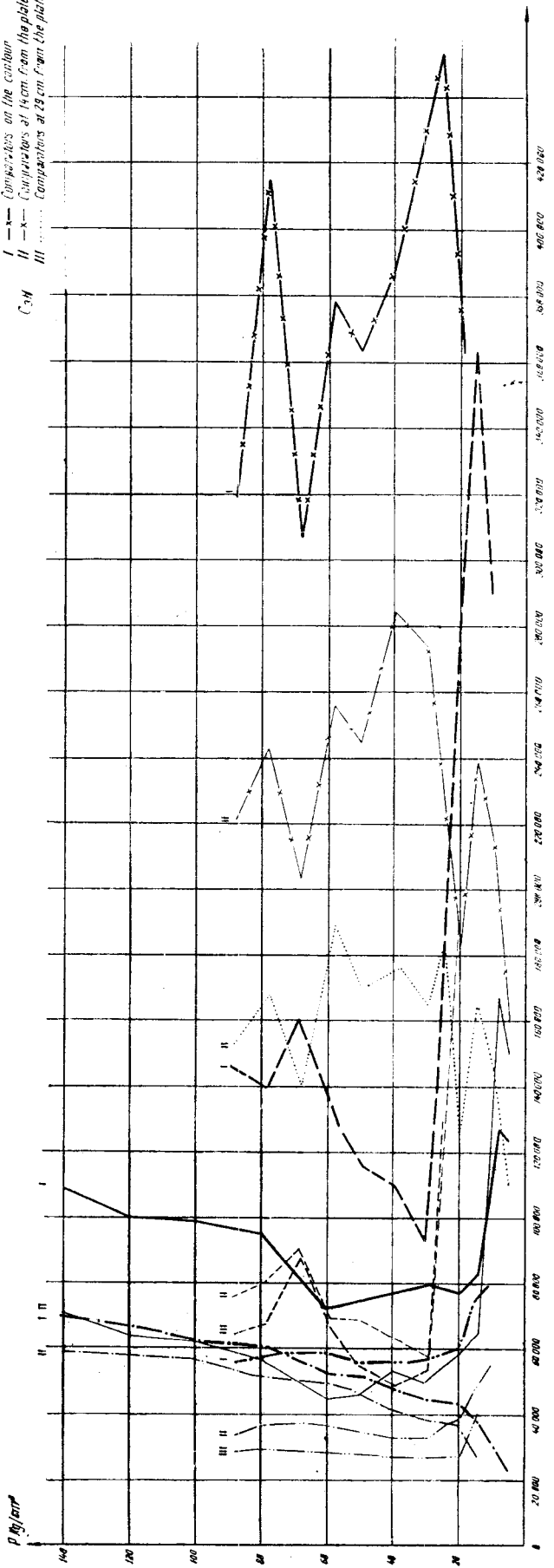
شکل ۱۹ - دیناگرام E=f(P) جب

I.S.P.H

SAVEH DEVELOPMENT
SHAH-ABBASI DAM
GALLERY NO:1 LEFT ABUTMENT
C.P.P C.V C₃H
LEGEND 10B

- C.P.P**
- I ——— Comparators on the contour
 - II ——— Comparators at 20cm from the plate
- RIGHT WALL II**
- I ——— Comparators on the contour
 - II ——— Comparators at 30cm from the plate
- C.V**
- I ——— Comparators on the contour
 - II ——— Comparators at 16cm from the plate
 - III ——— Comparators at 32cm from the plate
- C₃H**
- I ——— Comparators on the contour
 - II ——— Comparators at 16cm from the plate
 - III ——— Comparators at 32cm from the plate
- C₃H**
- I —x—x— Comparators on the contour
 - II —x—x— Comparators at 14cm from the plate
 - III —x—x— Comparators at 28cm from the plate

DIAGRAM D - f(P) NORMAL CYCLES



DRAWN UP BY: H. H. H. H. H.
VERIFIED BY: H. H. H. H. H.

شکل ۲۰ - $D = f(P)$ جنبه چپ