

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурев А. В., Мирошников Э. В. О форме механического гистерезиса и влиянии предварительной пластической деформации на рассеяние энергии. — В кн.: Рассеяние энергии при колебаниях механических систем. М.: Наукова думка, 1974, с. 203—203.
2. Каралетян Б. К., Арутюнян С. М. Экспериментальное определение декремента колебаний изгибаемых элементов из легкого железобетона при различном содержании продольной арматуры. — В кн.: Исследования элементов конструкций из бетонов на естественных пористых заполнителях с высокопрочной арматурой. Тр. АрмНИИСа, в. 15. Ереван: Айастан, 1980, с. 29—35.
3. Месчян С. Р. Механические свойства грунтов и лабораторные методы их определения. М.: Недра, 1974, 192 с.
4. Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В. Вибропоглощающие свойства конструкционных материалов. Киев: Наукова думка, 1971.
5. Самченко И. А. Экспериментальное исследование коэффициента поглощения грунтов. Динамика грунтов. Сб. 44, 1961 с. 107—111.
6. Сорокин Е. С. К теории внутреннего трения при колебаниях упругих систем. М.: Госстройиздат, 1960, 131 с.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, 1989, XLII. № 5, 74—77

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК: 624.19

Е. Г. ЗАВРИЯН

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В БЕТОННЫХ ОБДЕЛКАХ ТУННЕЛЕЙ

Разработана методика измерения напряжений в туннельных конструкциях динамометрами с механическим измерителем деформаций.

Наиболее сложной проблемой в процессе исследования напряженного состояния конструкций является переход от измеренных деформаций к напряжениям, вызывающим эти деформации.

Работа обделки происходит в условиях плоского напряженного состояния. Для выделения активного слоя над прибором и исключения влияния продольных напряжений обычно оставляют деформационные швы. Расстояние между деформационными швами в сечении измерительного створа обычно принимается из условия Сен-Венана равным

$$l = 2 \div 3 r, \quad (1)$$

где r — линейный размер измерительного базиса.

В наших исследованиях при базе измерения деформации между траверсами 12,6 см это расстояние составляло $3 \times 12,6 \approx 40$ см. Глубина же деформационного шва соответствовала толщине обделки.

Для измерения напряжений, вызывающих деформации динамометров, была проведена специальная тарировка на крупномасштабной бетонной модели (рис. 1).

Модель изготовлялась из тяжелого бетона размерами $140 \times 140 \times 20$ см. В процессе бетонирования устанавливался прибор — траверсный динамометр.

По результатам испытаний контрольных бетонных кубов и призм получены следующие характеристики бетона модели:

Призменная прочность 21 МПа, кубиковая прочность 26 МПа, модуль деформации 26 000 МПа, бетон по прочности на сжатие класса Б—20.

Модель была испытана под прецизионным пресом ИПС—1000. При этом нагружение производилось с увеличением осевого усилия ступенями по 10 тс в диапазоне нагрузки от 0 до 90 тс с выдержкой осевого усилия на каждой ступени до стабилизации деформации модели во времени.

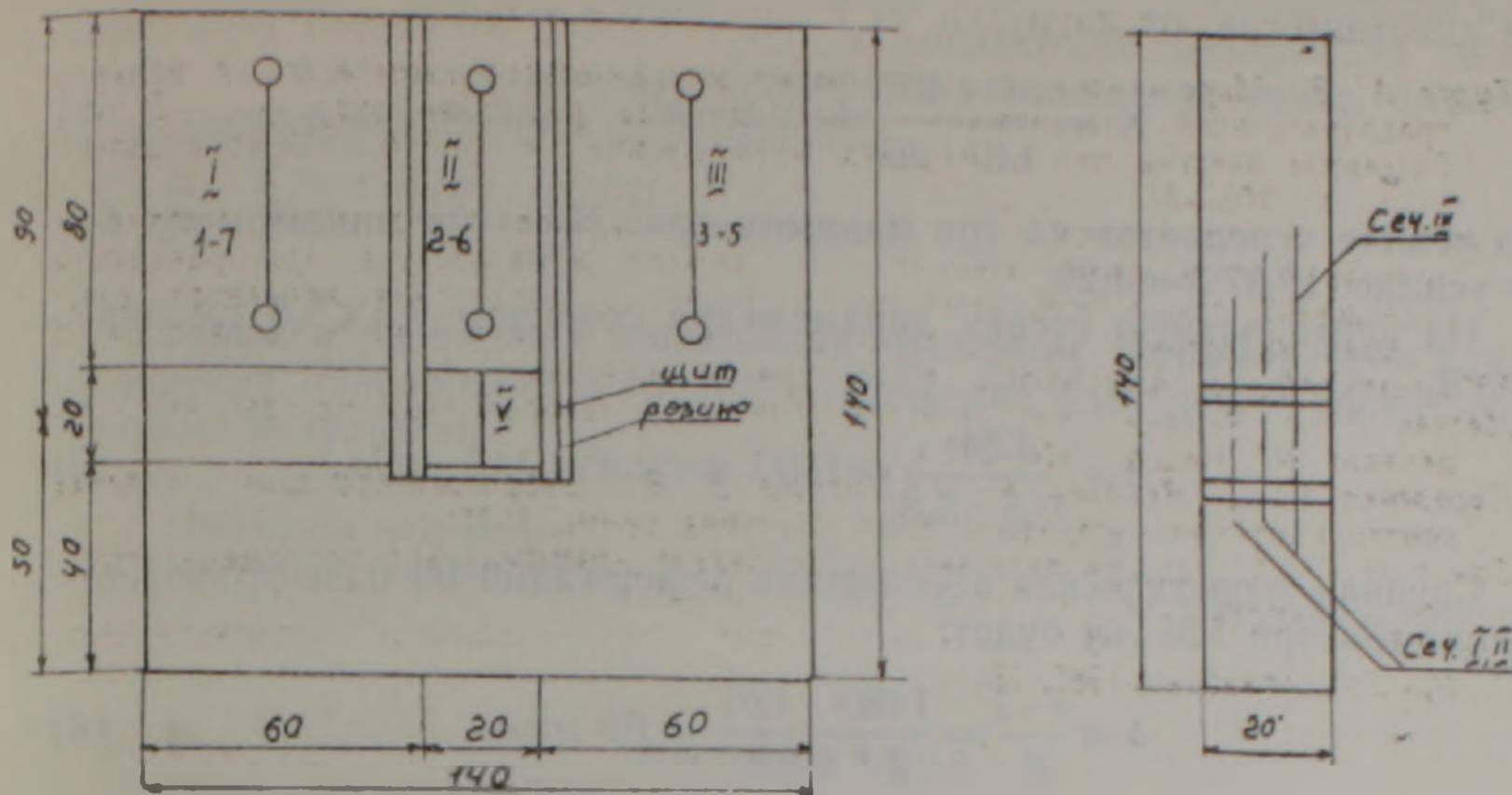


Рис. 1. Крупномасштабная бетонная модель. I, II, III—деформометры с базой 60 см
V—траверсный динамометр. 1—7, 2—6, 3—5—створы измерений

Таблица 1
Данные измерений деформаций крупномасштабной модели по траверсным динамометрам

Нагрузка на пресе, тс	Напря-жение в модели кг/см ²	Траверсный динамометр											
		Сечение I		Сечение II		Сечение III							
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆						
0	0	545	0	490	0	455	0	316	0	431	0	377	0
10	3,57	550	5	530	10	469	14	362	46	435	4	455	78
20	7,14	543	-2	529	39	472	17	370	54	430	-1	470	93
30	10,7	541	-4	574	84	478	23	387	71	424	-7	505	128
40	14,2	533	-12	606	116	481	26	407	91	418	-13	538	161
50	17,8	521	-16	632	142	489	34	426	110	410	-21	575	198
60	21,4	515	-30	670	180	494	39	445	129	402	-29	615	238
70	25	508	-37	702	212	494	39	468	152	388	-43	664	287
80	28,4	483	-62	753	263	500	45	494	178	370	-61	719	335
90	31,2	472	-73	785	295	498	43	515	199	336	-105	788	401

Таблица 2
Абсолютные деформации в мкм по показаниям траверсного динамометра при испытании модели

Нагрузка тс	Показания мессур по сечениям			Абсолютные деформации по сечениям			Среднее значение абсолютной деформации
	I	II	III	I	II	III	
10	22	30	41	0	0	0	0
30	40	47	60	18	17	19	18
40	52	59	74	20	28	33	30
60	75	84	104	53	54	63	56
80	100	111	137	78	81	96	85
90	111	121	148	89	91	107	95

Результаты испытаний модели приведены в таблице 1. Далее проведен подсчет деформаций по сечениям и определены средние значения абсолютных деформаций (табл. 2).

Для оценки надежности эксперимента и достоверности определенных значений измеренных деформаций по сечениям был проведен теоретический расчет деформации модели при нагружении в 90 тс.

На бетонный столб сечением 20×20 см, в котором расположены три динамометра, от нагрузки 90 т передается усилие:

$$N = \frac{90 \cdot 400}{140 \cdot 20} = 12,87 \text{ т.} \quad (2)$$

Это усилие передается на три динамометра. На один динамометр будет усилие: $12,87:3=4,29$.

На вертикальную стенку динамометра сечением $0,5 \times 5,8$ см передается:

$$\sigma = \frac{4290}{0,5 \cdot 5,8} = 1480 \text{ кгс/см}^2 \approx 145 \text{ МПа.} \quad (3)$$

Средняя теоретическая абсолютная деформация на базе траверсного динамометра 126 мм будет:

$$\Delta = \frac{\sigma \cdot l}{E} = \frac{1480 \cdot 126}{2,1 \cdot 10^6} = 89 \text{ мкм.} \quad (4)$$

Средняя же опытная величина деформации при нагрузке 90 т равна 95 мкм.

Расхождение между теоретическими и экспериментальными значениями 6,8%.

Таблица 3
Абсолютные деформации бетона по показателям деформометров

Нагрузка т с	Разность показаний мессуры по створам сечения			Абсолютные деформации по створам сечения 10^{-2} мм			Среднее значение абсолютной деформации 10^{-2} мм
	I	II	III	I	II	III	
	1-7	2-6	3-5	1-7	2-6	3-5	
1	2	3	4	5	6	7	8
10	-4	-2	0	0	0	0	0
20	-6	-1	+2	2	1	2	1,7
40	-6	-1	3	2	1	3	2
60	-7	0	5	3	2	5	3
80	-14	3	7	10	5	7	7,3
90	-14	3	7	10	5	7	7,3

Параллельно с измерением деформаций траверсным динамометром определялись деформации в бетонной модели деформометром на базе 600 мм с ценой деления мессуры 0,01 мм.

С этой целью после установки модели под пресс до начала испытаний в ней были установлены парные металлические репера на расстоянии 600 мм.

Результаты измерений деформаций с помощью деформометра приведены в таблице 3.

Усилие согласно формуле (2), передаваемое на бетонный отсек сечением 20×20 см, равно 12,8 тс.

Среднее сжимающее напряжение в бетоне при этом усилении будет равно:

$$\sigma_6 = \frac{P_1}{F_{отс}} = \frac{12800}{20 \cdot 20} = 32 \text{ кгс/см}^2 \approx 3,2 \text{ МПа.} \quad (5)$$

Расчетное значение абсолютной деформации в бетонном отсеке модели на базе деформометра $l=600$ мм, модуль деформации $E=260000$ кгс/см² и 32 кгс/см² составит:

$$\Delta = \frac{\sigma_6 \cdot l}{E_6} = \frac{32 \cdot 600}{260000} = 0,073 \text{ мм.} \quad (6)$$

Учитывая, что по показаниям деформометра, установленного в створе 2—6 бетонного отсека, средняя абсолютная деформация бетона равна $\Delta=0,07$ мм (табл. 3), определено расхождение между опытным и расчетным значениями деформаций:

$$\frac{0,073 - 0,070}{0,073} \cdot 100 \% \approx 4 \% . \quad (7)$$

Таким образом, при применении траверсных динамометров для определения напряжений в тоннельной обделке получаются удовлетворительные результаты.

Армянское отделение
института «Гидропроект»

Поступила 8 VI.1988.

ЛИТЕРАТУРА

1. Завриян Е. Г. Исследование работы тоннельных обделок на участках со сложными геологическими условиями — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, № 2.