

神戸大学 学○川嶋幾夫 正 櫻井春輔 神戸市役所 正 小池信司

1. はじめに トンネルや斜面の掘削あるいは土留構造物などの施工において、施工中の構造物の挙動を計測し、その結果を設計施工にフィードバックさせる情報化施工が一般的になってきた。この情報化施工においては計測結果をいかに設計施工にフィードバックさせるかが重要である。そのために測定値に対してなんらかの基準値を設定しなければならない。著者の一人は先に、計測は変位主体であることを考慮して、ひずみによる基準値“限界ひずみ； ϵ_B ”を提案した¹⁾。これは、一軸圧縮強度と弾性係数の比である

$\epsilon_B = \sigma_c / E$ (ϵ_B ; 限界ひずみ σ_c ; 一軸圧縮強度 E ; 弾性係数) で定義されるものである。これによって、不規則な不連続面を有する原位置岩盤に対するその値を室内試験の結果から推定できることが明らかになった。しかし、岩盤は必ずしも均質でなく、場所によって、割れ目や風化の状況が異なってくる。本研究では、そのような不均質な岩盤の限界ひずみについて実験的に検討した。

2. 実験の概要 ①供試体モデル 表一、図一に示すような力学的性質の異なる2種類の材料(硬材および軟材)を用いて、不均質性を表現する岩質材料を作製した。この材料の一方を、型枠を用いて、養生24時間で、20mmx20mmx20mmの立方体のキューブに整形した。このキューブを、150mmx150mmx200mmの型枠内に他方の材料と所定の混合比になるように混ぜて打設した。打設24時間後脱型し、 $\phi 100$ mmのビットを用いて、 $\phi 100$ mmx高さ200mmの円柱供試体に整形した。整形後、水中養生し、打設7日後に実験を行った。(以下、軟材をキューブとし硬材をペースとした供試体をそれぞれa、逆をbとする。)

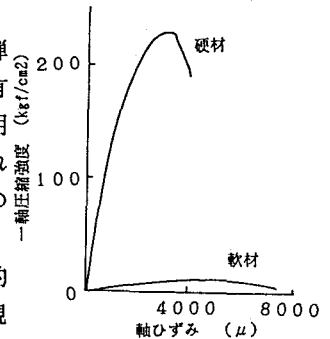
②実験方法 前述のペースの供試体を用いて、一軸圧縮試験および非排水三軸圧縮試験(側圧1,2,4 kgf/cm²)を行った。載荷は、ひずみ制御で、載荷速度は0.1mm/minとした。③計測方法 供試体に測定長120mmのひずみゲージを軸方向、周方向に対称の位置にそれぞれ2枚設けて、軸方向、横方向のひずみを測定した。差動トランス変位計(0.001mm/ μ)で軸ひずみを、ロードセル(10kgf/ μ)で軸荷重を測定した。

④実験ケース 表一に実験ケースを示す。

3. 実験結果および考察 図一に示すような応力~ひずみ関係から、力学的特性値を求めた。(表一参照) ①弾性係数~硬材比率関係 図一に弾性係数~硬材比率関係を示す。一軸圧縮試験、三軸圧縮試験とも、ほぼ同じ曲線上に分布していることがわかる

表一 硬材および軟材の配合、力学特性

	配合(重量比)				弾性係数(kgf/cm ²)	一軸圧縮強度(kgf/cm ²)	破壊ひずみ(μ)	限界ひずみ(μ)
	早強セメント	標準砂	37%粘土	水				
硬材	1.0	3.0		0.85	125000	230	3000	1800
軟材	1.0		3.0	3.20	3500	9.8	5100	2700



図一 均質材料の応力~ひずみ関係

表二 実験ケースおよび結果

硬材の割合(%)	側圧(kgf/cm ²)	弾性係数(kgf/cm ²)	圧縮強度(kgf/cm ²)	破壊ひずみ(μ)	限界ひずみ(μ)	Rf	
							弾性係数(kgf/cm ²)
a	100	0	175000	148.04	2307	846	0.833
		1	137525	155.52	2862	1131	0.605
		2	144478	147.00	2278	1017	0.553
		4	193457	183.90	2501	842	0.681
	80	0	180833	159.28	3591	990	0.724
		1	185151	185.62	2914	1003	0.658
		2	91862	65.99	1608	725	0.549
		4	130031	77.47	2445	596	0.758
	60	0	101778	69.50	3090	883	0.779
		1	123893	82.08	1271	663	0.478
		2	66138	48.34	1521	731	0.518
		4	78942	48.04	1692	609	0.640
40	0	54922	34.32	2403	825	0.740	
	1	43189	42.67	4270	888	0.769	
	2	50000	24.06	850	481	0.434	
	4	45979	31.94	2732	695	0.740	
20	0	55118	38.23	1762	857	0.627	
	1	58907	48.89	2106	832	0.605	
	2	10638	6.87	1876	846	0.615	
	4	26415	20.86	1971	790	0.599	
0	0	35773	25.58	3920	749	0.809	
	1	28145	25.93	3968	921	0.768	
	2	47361	31.37	1853	662	0.643	
	4	60870	73.21	29010	1202	0.959	
b	100	0	54546	74.61	29182	1368	0.953
		1	28000	97.98	33238	3499	0.895
		2	30266	22.84	19292	754	0.961
		4	50378	64.90	28509	1288	0.955
	80	0	50806	60.52	25746	1191	0.954
		1	32184	90.81	29587	2822	0.905
		2	18321	11.05	6414	603	0.906
		4	18421	33.76	24153	1833	0.924
	60	0	33125	27.02	23538	816	0.865
		1	25199	42.05	28793	1659	0.842
		2	7543	8.35	5598	841	0.842
		4	12018	10.54	8409	841	0.850
40	0	4874	12.39	21072	2542	0.879	
	1	8563	17.85	57651	2720	0.953	
	2	8849	9.34	23824	1055	0.856	
	4	8369	8.52	16029	1138	0.939	
20	0	5564	11.54	22401	1758	0.922	
	1	6783	10.28	21033	1513	0.928	
	2	6751	11.26	21984	1668	0.924	
	4	6751	11.26	21984	1668	0.924	

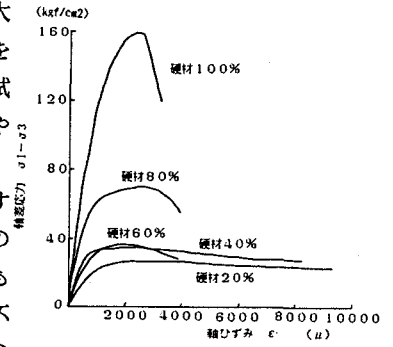
が、やや一軸圧縮試験の方が σ_1 の違いによる弾性係数のばらつきが大きい。
 ②圧縮強度～硬材比率関係 図-4に圧縮強度～硬材比率関係を示す。一軸圧縮試験では σ_1 別により強度特性が異なるが、三軸圧縮試験では、 σ_1 の違いの影響は小さい。この傾向は、弾性係数においてやや見られるが、圧縮強度はよりこの傾向が強いことがわかる。

③限界ひずみ～硬材比率関係 図-5に限界ひずみ～硬材比率関係を示す。一軸圧縮試験では、2種類の均質材料を混合して作製した不均質材料の限界ひずみが、限界ひずみが小さいほうの均質材料の限界ひずみよりかなり小さい値をとる結果となった。一方、三軸圧縮試験においては不均質材料の限界ひずみは、ほぼ2種類の均質材料のそれぞれの値の間の値となった。

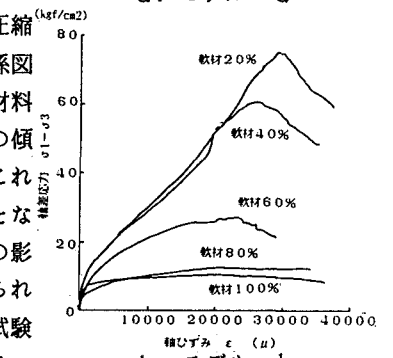
④限界ひずみ～圧縮強度関係 図-6に限界ひずみ～圧縮強度関係を示す。これまでの研究から、限界ひずみ～一軸圧縮強度関係図において、右上がりの直線と同種の材料を、右下がりの直線は異種の材料を示すことがわかっている。三軸圧縮試験では、全体として右上がりの傾向を示しているのに対し、一軸圧縮試験では右上がりの傾向が強い。これは、一軸圧縮試験では、不均質材料の σ_1 と σ_2 材の境界面が欠陥となっていてと考えられる。これに対し、三軸圧縮試験では境界面の欠陥の影響が小さく、不均質材料が混合比が変わり、材料的に変化したと考えられる。すなわち、不均質性岩質材料は混合比が変わることで、一軸圧縮試験では構造的変化をし、三軸圧縮試験では材料的変化をすると考えられる。

4. 結論 ①一軸圧縮試験では同じ混合比でもモデルの違いによりとくに圧縮強度が異なった。一方、三軸圧縮試験では、モデルの違いによる影響は小さいことがわかった。 ②一軸圧縮試験では、不均質材料の限界ひずみが、限界ひずみが小さい方の均質材料の値よりかなり小さい値となった。三軸圧縮試験では、不均質材料を構成する均質材料のそれぞれの値のほぼあいだの値となった。

③一軸圧縮試験では、不均質材料の σ_1 材と σ_2 材の境界が欠陥となるが、三軸圧縮試験では、それが抑えられる。そのため一軸圧縮試験では、構造変化を計測することになり、三軸圧縮試験では材料変化が計測されると考えられる。(参考文献)1, 桜井春輔:NATMにおける現場計測と管理基準値、土と基礎、34-2(337)、1986



a. モデル a



b. モデル b

図-2 応力～ひずみ関係 (側圧 2kgf/cm²)

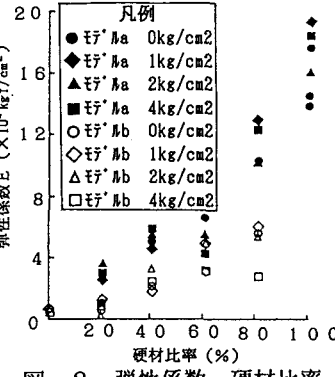


図-3 弾性係数～硬材比率

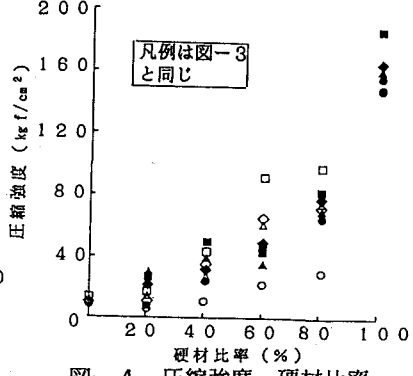


図-4 圧縮強度～硬材比率

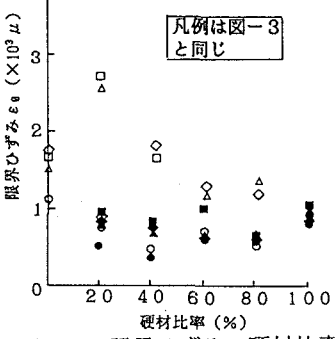


図-5 限界ひずみ～硬材比率

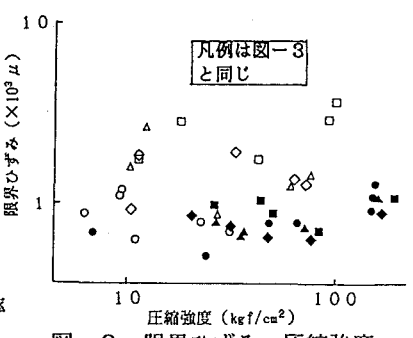


図-6 限界ひずみ～圧縮強度