

5CM研-53

1974/3/12

第5年度・日科技連複合材料研究会  
水硬性セメント類をマトリックスとする  
複合材料に関する実験研究

東京大学 平居孝之

目次

§ 1. 序 .....	1
§ 2. 粒子強化 .....	2
§ 3. 繊維強化 .....	2
§ 4. 界面問題 .....	3
§ 5. 結語 .....	3

財団法人 日本科学技術連盟

## § 1. 序

環境汚染防止策として廃煙から回収される硫黄の量が膨大になってきたため、その硫黄の処理方法が真剣に考えられるようになった。大量に安全にかつ経済的に処理するには石膏として消費することが最適であることから、つぎつぎと建設される廃煙脱硫設備では、石灰で硫黄を中和し石膏として回収する脱硫方法が選ばれている。建築材料の観点からは、石膏が大量に出てくると従来の内装材やセメント混和剤等の用途では消費出来ないので、新たに大量消費の方法が必要になってくる。事実、関係多方面から石膏利用方法の開発が強く望まれている。

石膏は、普通ポルトランドセメントと同じく常温で水和凝結反応を起こして硬化する。我国で多用されている水和性石膏は、 $\beta$ 型半水石膏を主成分としているため、水和硬化体は強度が小さかったが、II型無水石膏や $\alpha$ 型半水石膏は硬化して高強度となり、石膏利用の新分野として注目されている。この二種の高強度石膏が普通ポルトランドセメント等に比べてはるかに有利な点を多く持っているにもかかわらず過去において利用されていなかったのは、資源の不足、製造方法の未熟さ、高価格が最大の原因であった。この条件が逆転した現在、材質的な欠点が問題となっている。それは、高強度石膏の利用で材質上の問題となった水に弱いことならびに金属を腐食することの他に、最近分ってきたことでは強化材との付着性が悪くまたクリープが大きいことがある。特に強化材との付着性が悪いことは水硬性セメント類に共通しているねばり強さの不足や引張性状における弱点を強化する上で大きな問題となる。耐水性と金属の腐食については改善の目安がついてきたが、その他の点については研究が始ったばかりで、石膏を粒子や繊維あるいは分散剤等で強化することについて研究することは石膏利用方法の開発にとって非常に重要なことである。

ここではII型無水石膏あるいは $\alpha$ 型半水石膏を粒子と繊維で強化した複合材料の実験について概要を示す。

## § 2. 粒子強化

Ⅱ型無水石膏、 $\alpha$ 型半水石膏、普通ポルトランドセメントの三種を川砂、川砂利で強化したペースト、モルタル、コンクリートの試験を行った。モルタル、コンクリートにおけるマトリックスは、ペーストと同一調合で、同じ性能を持つと見なせる。圧縮強度(図1)は、普通ポルトランドセメントでは骨材の混入により大きくなるが、Ⅱ型無水石膏と $\alpha$ 型半水石膏では小さくなっている。曲げ強度と引張強度(図1)は、普通ポルトランドセメントと $\alpha$ 型半水石膏では骨材の混入で小さくなるが、Ⅱ型無水石膏では増加しており注目される。圧縮応力度-歪度(図2)を見ると、弾性は普通ポルトランドセメントとⅡ型無水石膏では骨材の混入により大きくなり、マトリックスより骨材の弾性が大きいので妥当であるが、 $\alpha$ 型半水石膏では小さくなり、これは混練物の打設成型時に生じる欠陥が原因であると考えられる。応力度-歪度曲線より $\int \sigma d\epsilon$ を計算して圧縮ねばり強さとする、普通ポルトランドセメントでは粒子の混入によりねばり強さが増加するが、Ⅱ型無水石膏と $\alpha$ 型半水石膏では低下する。ペーストの性能を基準として粒子混入による性能の変化を示すと表1となり、これより現状の混練打設方法でⅡ型無水石膏や $\alpha$ 型半水石膏を粒子で強化しモルタルやコンクリートとしても力学的性質の強化は期待出来ないのが分る。

## § 3. 繊維強化

ガラス、針金、石綿、ナイロン、ポリエチレン、ポリプロピレン、塩化ビニールを強化繊維として混入した石膏について調べてみると、圧縮強度(図3)と引張強度(図4)はマトリックスより弾性が大きく細長比の大きい繊維程大きくなる。細長比が数千の繊維では成型時の分散が悪く特別な混練成型方法が必要である。応力度-歪度曲線より $\int \sigma d\epsilon$ を計算してねばり強さとする(図5)、圧縮では繊維の混入で増加することが殆んどないが、引張では多数の繊維で増加している。参考にガラス繊維で強化したⅡ型無水石膏硬化体の応力度-歪度曲線を図6・7に示す。

#### § 4. 界面問題

マトリックスと強化材との界面の性状を調べるために鉄筋の引抜試験を行ってみると(図8), 付着強度が非常に小さく, 石膏では普通ポルトランドセメントとちがって界面に付着応力が作用すると鉄筋と石膏がすぐにすべり始め, 純付着力は0に近く, 摩擦抵抗力あるいは機械的付着力によってのみ付着応力度が発生すると考えられる. 繊維強化に用いた針金の引抜による場合でも, 付着強度は非常に小さい.

#### § 5. 結 語

石膏をマトリックスとして粒子や繊維を混入して力学的性質を強化するには, 石膏と強化材の付着性を良くする何らかの工夫を加えなければならないと考えられ, 従来, 水硬性セメントとして用いられている普通ポルトランドセメント等における場合と同じように考えるわけにはいかない.

表1 ベーストを基準とした性能(□効果あり)

		Ⅱ型無水石膏			α型半水石膏			普通ポルトランドセメント		
		ペースト	モルタル	コンクリート	ペースト	モルタル	コンクリート	ペースト	モルタル	コンクリート
流動性	スランプ	100	82	57	100	33	6	100	74	66
	フロー		77	40		66	21		69	53
単位重量			119	129		123	137		112	118
空隙率		0	0.042	0.039	0	0.063	0.053	0	0.008	0.014
圧縮強度		100	84	72	100	74	52	100	161	132
比強度			71	56		61	38		144	112
曲げ強度			184	215		81	57		74	58
引張強度			126	142		75	50		93	86
弾性			146	162		111	93		131	141
ねばり強さ			58	39		52	45		242	144

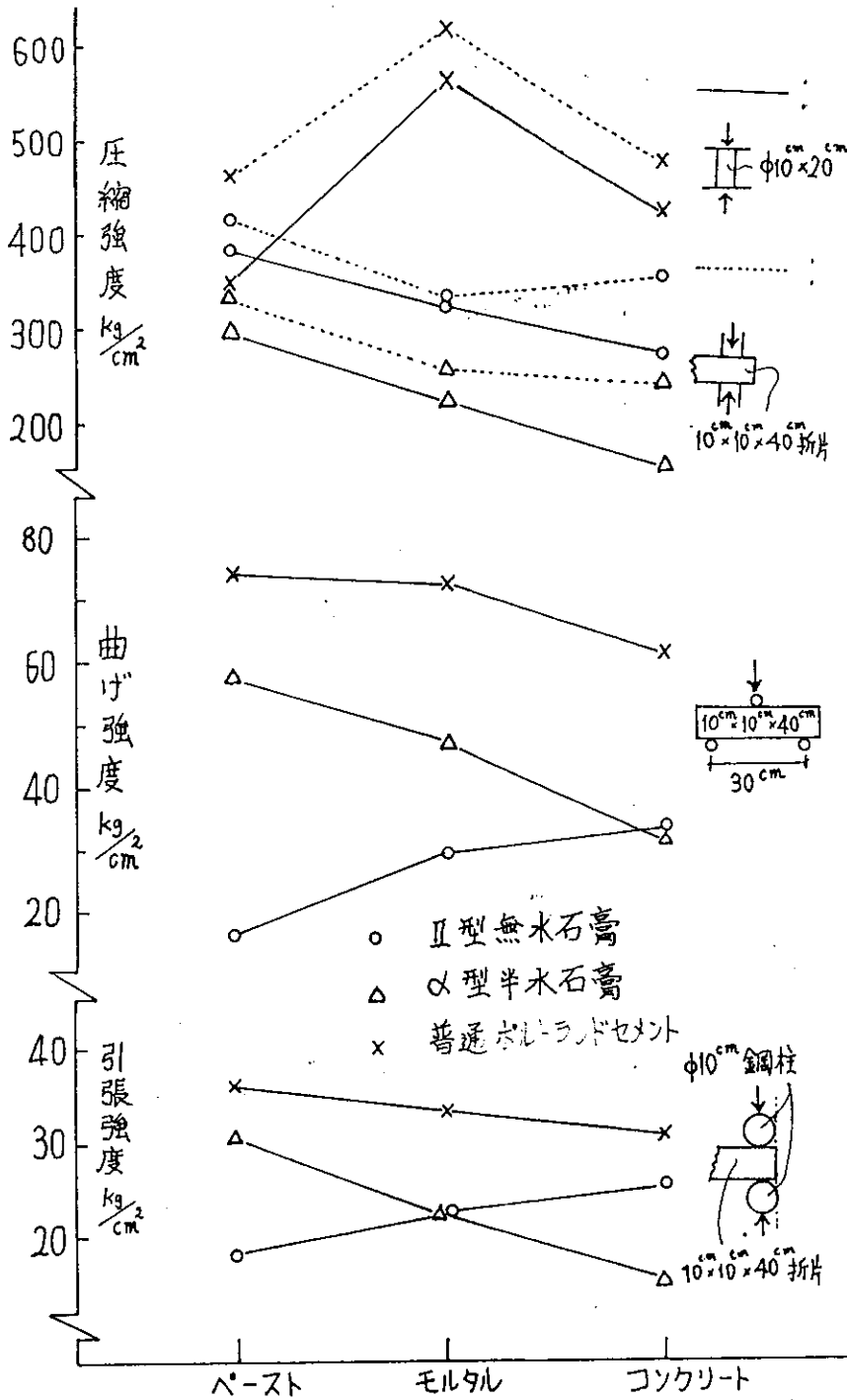


図 1

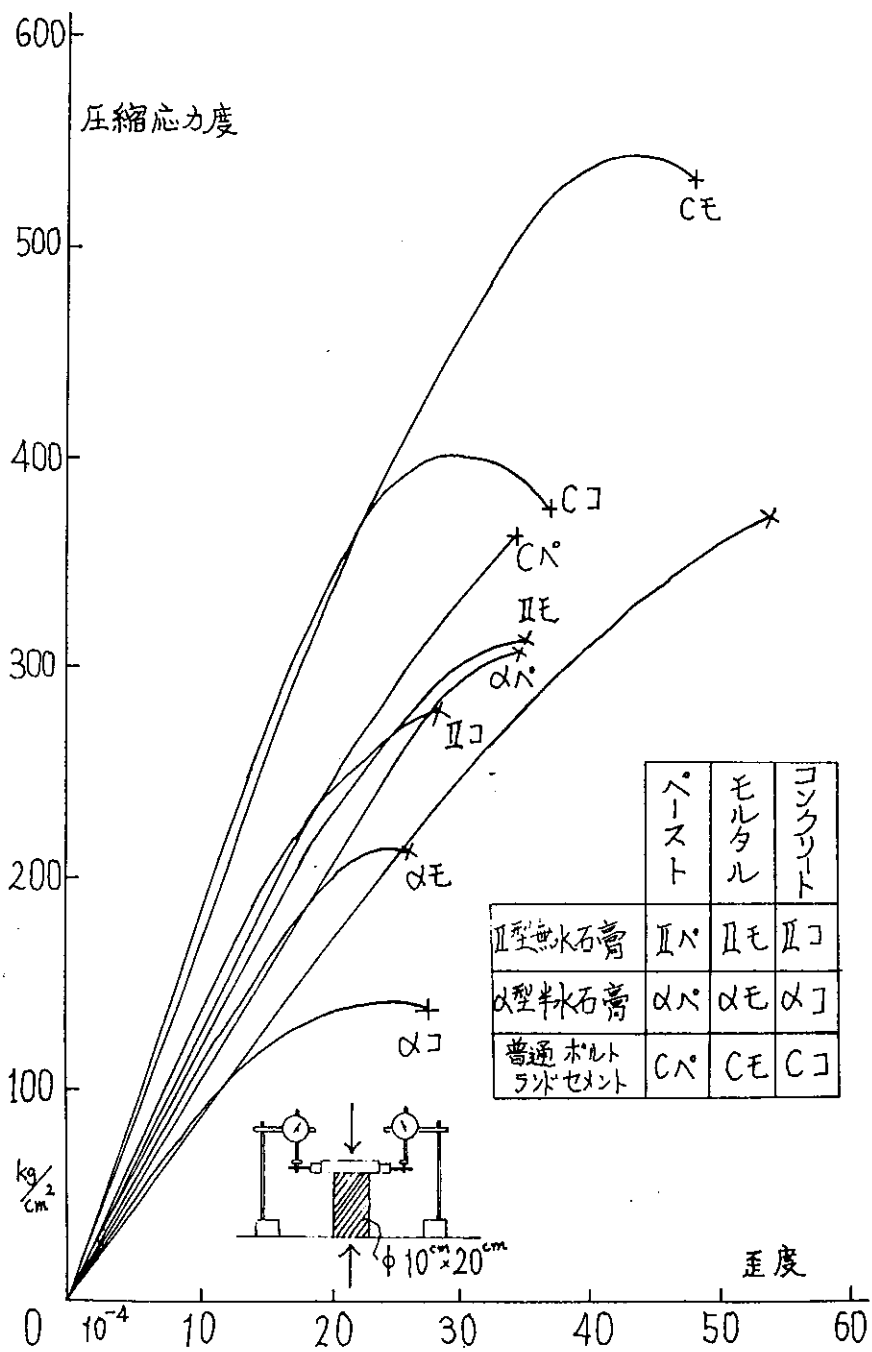


図 2

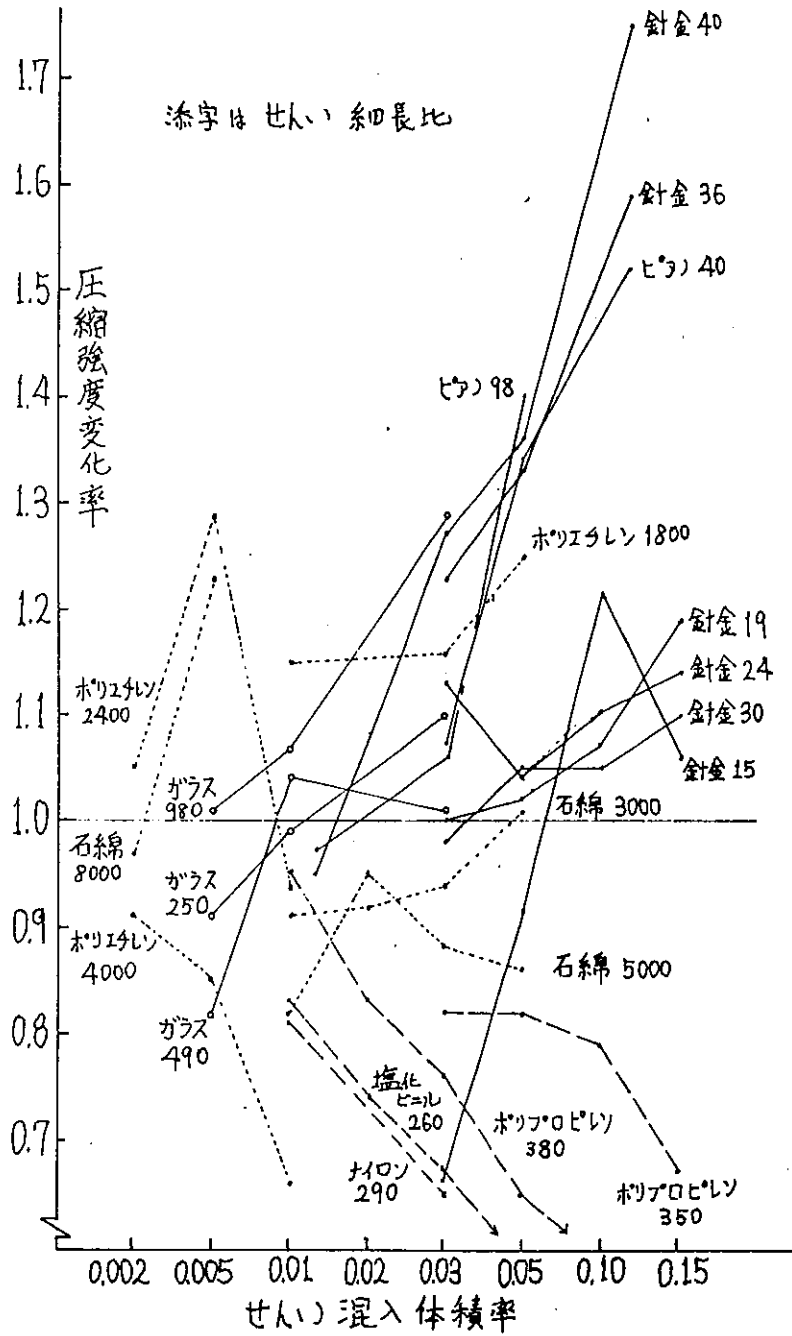


図 3



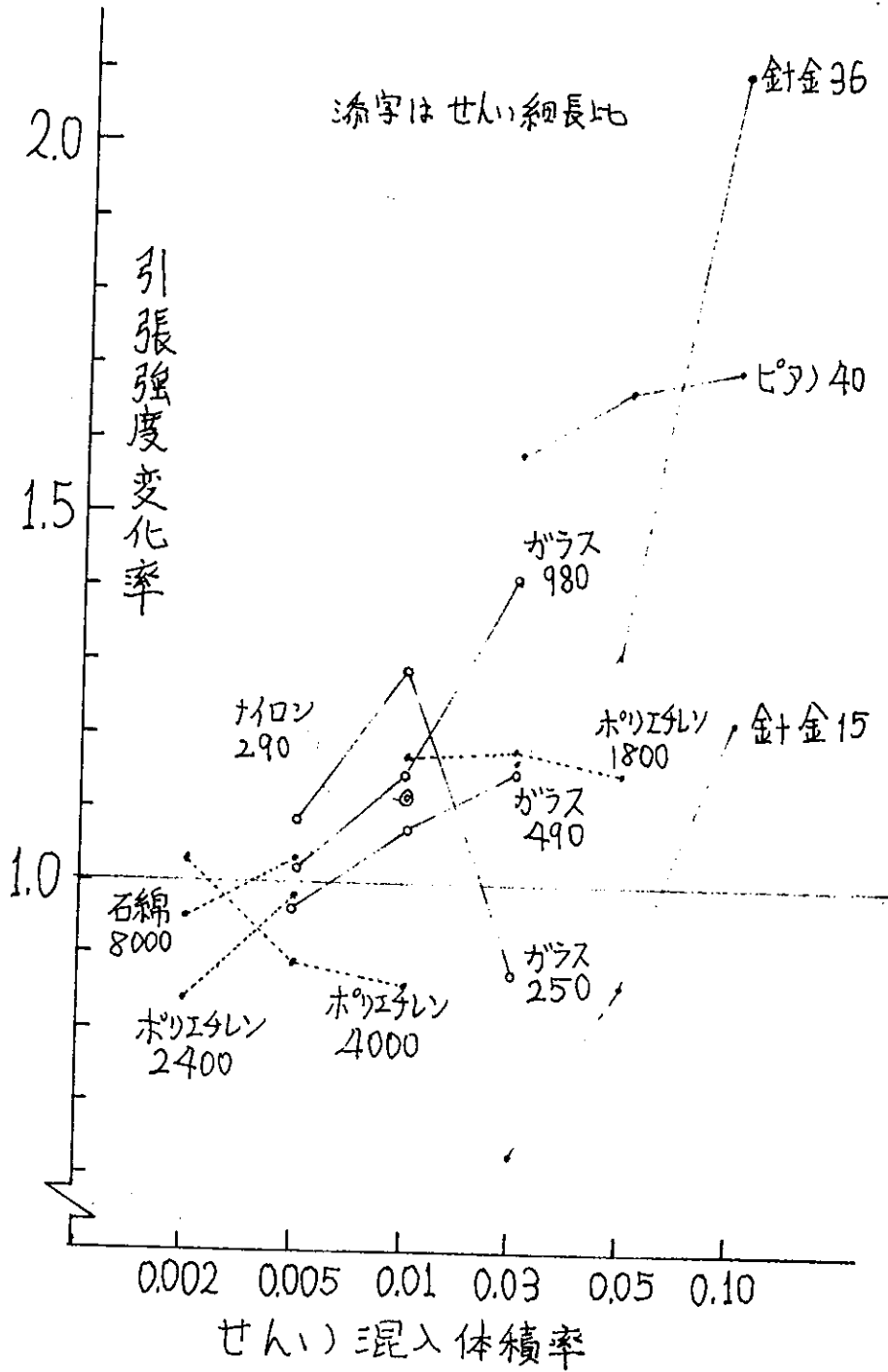


図 4

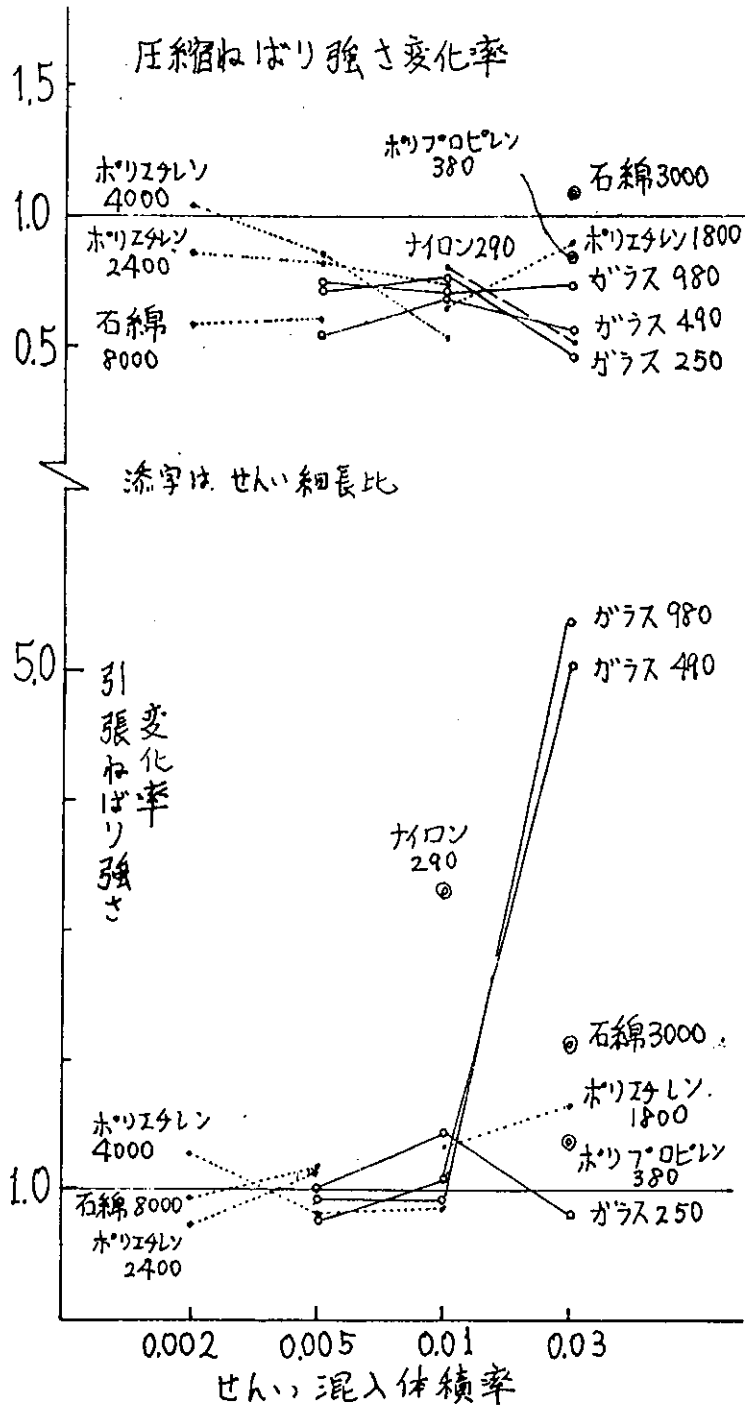


図 5

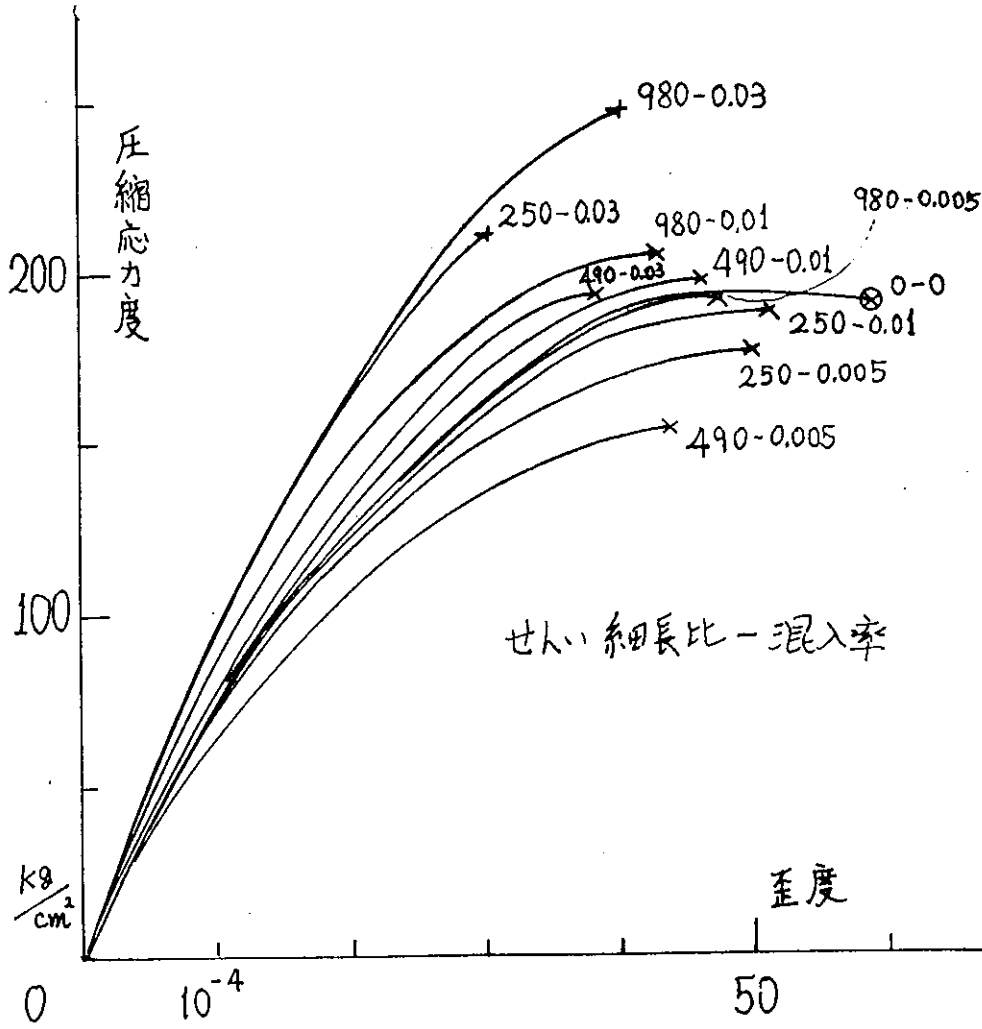


図6 ガラス繊維強化石膏

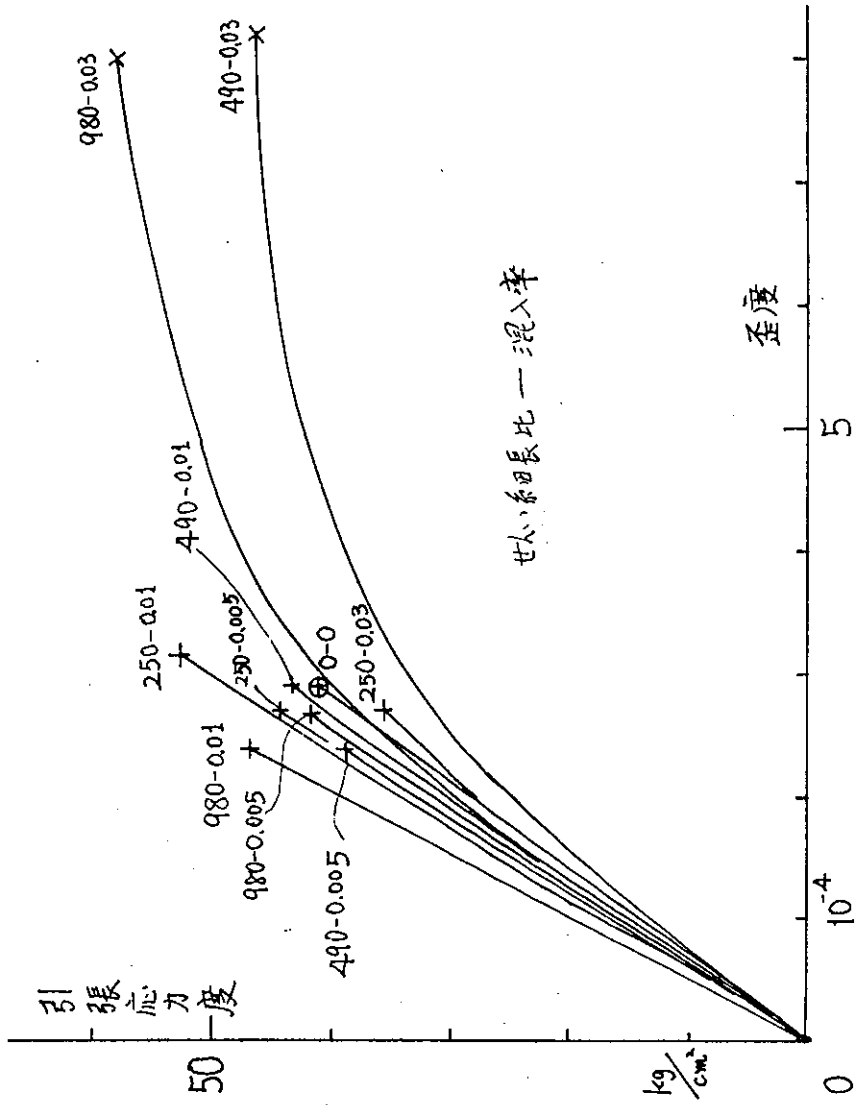


図7 ガラス繊維強化石膏

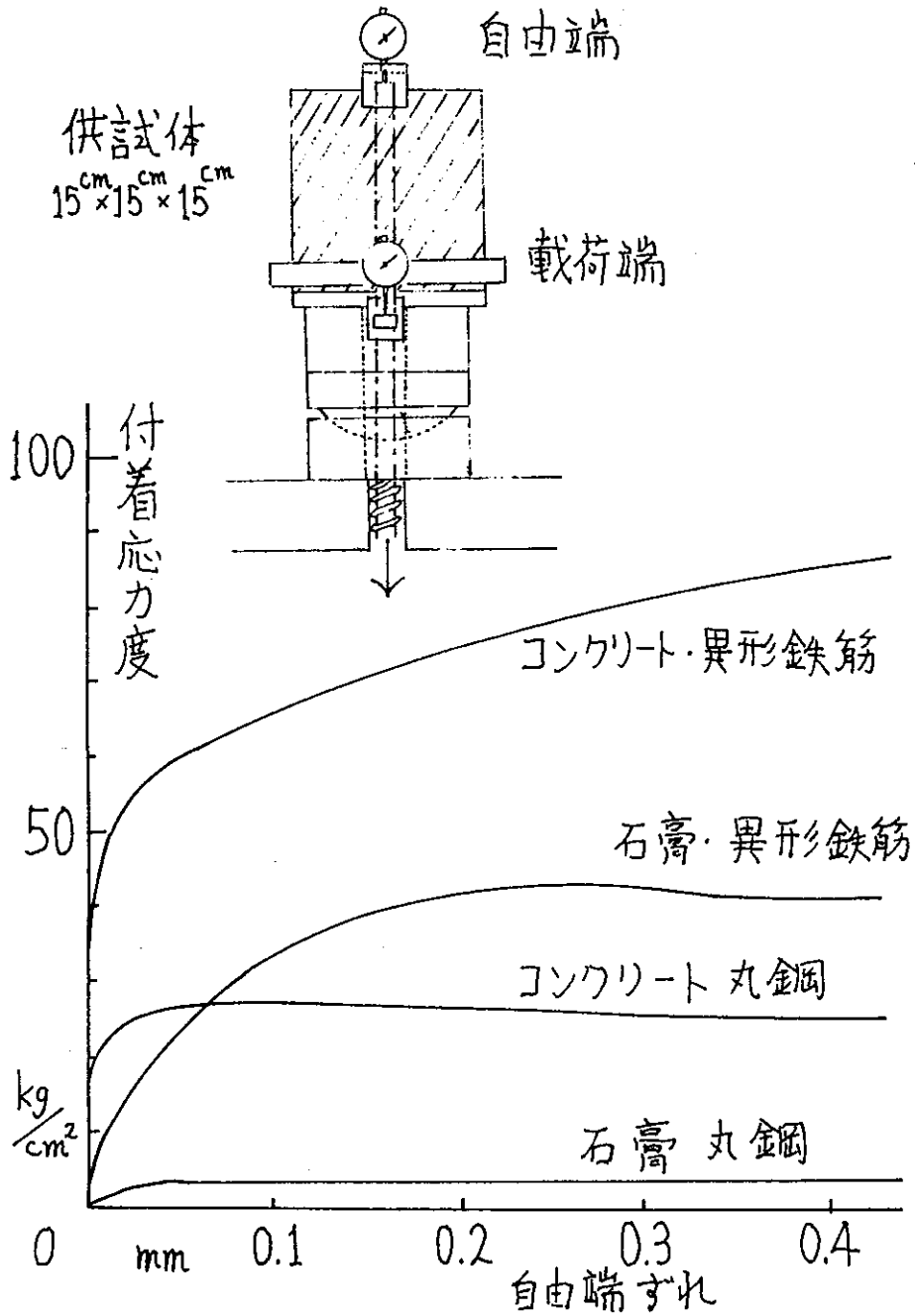


図 8