

論 說 報 告

第 21 卷 第 5 號 昭 和 12 年 5 月

舗装コンクリートの力学的性質に就て

會員 工学博士 藤 井 眞 透*

On Mechanical Properties of Paving Concrete

By Masuki Fudii, Dr. Eng., Member.

要 旨

本文は舗装コンクリートの引張及圧縮強度、歪を材齢 7 週迄のものにつき測定し弾性性状の増進を知り舗装設計の資料を求めたるものである。

目 次

I. 總 説	453
1. 緒 言	453
2. 試験方法	454
3. 材料の性質	455
II. 基層コンクリートに関する試験	456
4. 序 説	456
5. 基層コンクリートの引張強度及圧縮強度	456
6. 基層コンクリートのモルタル分の強度	456
7. 基層コンクリートの圧弾性係数	457
8. 基層コンクリートの張弾性係数	458
III. 上層コンクリートに関する試験	459
9. 序 説	459
10. 上層コンクリートの引張強度及圧縮強度	459
11. 上層コンクリートのモルタル分の強度	459
12. 上層コンクリートの圧弾性係数	460
13. 上層コンクリートの張弾性係数	460
IV. 砂利コンクリートと碎石コンクリートとの比較試験	463
14. 序 説	463
15. 砂利コンクリートの強度	463
16. 碎石コンクリートの強度	463
17. 砂利コンクリートと碎石コンクリートとの比較	463
18. 試験体の破壊面に關する考察	464
V. 試験結果の要約	465

I. 總 説

1. 緒 言

コンクリート舗装の氣象作用の影響に對應する設計及工法を研究するに當り、先にその設計の基本に就て論じ、版に及ぼす氣温の影響並に施工目地の強さに關する試験を行ひ、更に骨材の粒子形状の工学的性質に關する試

* 内務省土木試験所長

験を行ひ、次に骨材の粒子形状のコンクリートに及ぼす影響に関する試験を行つたが（内務省土木試験所報告 No. 18, 27）今鋪装コンクリートの強度及弾性係数を測定し、以てコンクリート鋪装設計の資料を得んとして試験を行つた。

鋪装コンクリートの力学的性質は基層用及上層用コンクリートの強度と歪みに就て之を行ひ、粒子形状の影響は碎石コンクリートと砂利コンクリートに就て試験を行つた。

2. 試験方法

基層用コンクリートは配合 1:3:7, 施工軟度はスランブ 1cm を標準とし水セメント比 0.80 のものを取り、上層用コンクリートは配合 1:1.5:3, 施工軟度 2cm を標準とし水セメント比 0.41 のものに就て試験を行つた。

試験は引張強度と圧縮強度並にその弾性係数を測定したが、何れも同一配合で同時に混合した試験体に就て同一材齢の場合に之を行つた。

試験体は各 3 箇を 1 組とし、材齢は 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28, 35, 42 日のものにつき試験を行つた。材齢 2 箇月以上のものに就ては、試験完了の後に報告する。

弾性係数は前記引張及圧縮強度測定の際にマルテンス、ミラーエクステンソメータを用ひ標點距離 200mm としてその変形を 5000 分の 1mm まで測定し、之より弾性係数を算定した。

圧縮試験体はコンクリート標準試験型を用ひた。

引張試験は従来円筒形又は長方形のものに就て行はれたがその例未だ少く、標準型も制定されず、獨逸オツエン教授がハノーバー大学で行つたものは 40cm×8cm の断面を有し長さ 120cm その兩端の 2 面は頸部と平面をなし、之と直角の 2 面は摺金物を以て保持し得る様に擴げられた形であり、米國道路局では円筒形でその端部を円錐狀に擴大したものをを用ひた。

本試験では 圖-1 に示すが如く、円筒形をとり、中央部の長 30cm の部分は径 15cm とし、兩端部は長 18cm の部分を次第に径を増大せしめて径 18cm に達せしめ、全延長 66cm のものをを用ひた。

引張試験型及其の摺金物は 圖-1, 圖-2 に示すが如し。

引張試験体の製作は本所コンクリート圧縮試験標準方法に準じ、約 3 個分宛を手練り法により混合し之を 8 層に填充し、層毎に径 16mm 長 80cm 重量 1.25kg の鉄棒でその一端約 3cm の間を鈍く尖らしたもので 30 回宛搗きて装入し、上面は鍍で均した。製作後 3 日目に型を取外し、之を水中で養生した。

圖-1. 引張試験体型

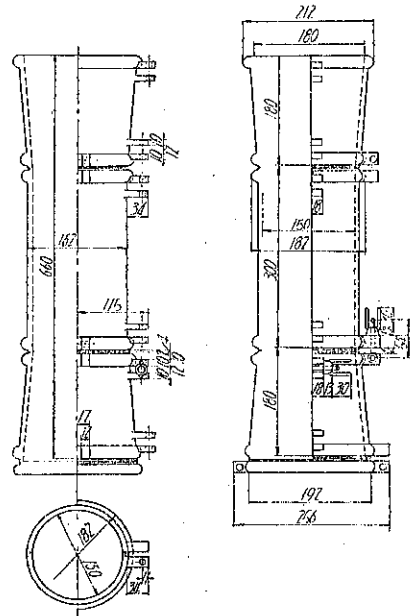
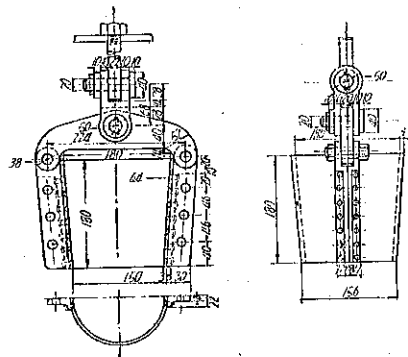


圖-2. 引張試験摺金物



試験は之を水中から取出して表面の水分を拭きとりて直ちに之を行つた。

3. 材料の性質

(1) 砂利 砂利は茨城県關本村鬼怒川産で径 38 mm 以下のものを用ひ、その粒度及性状、品質は表-1 の如し。

表-1. 砂利の粒度及性状品質

篩 (mm)		粒 度 (%)	残 留 (%)	比 重	比 粒 数 (個/kg)	性 状 及 品 質
通 過	残 留					
38.10	31.75	23.3	23.3	2.60	14.3	見掛比重 軽装 1.600
31.75	25.40	20.0	43.3	2.57	24.5	〃 密装 1.706
25.40	19.05	25.3	68.6	2.56	43.2	空隙率 軽装 0.38
19.05	12.70	22.4	91.0	2.57	112.6	〃 密装 0.34
12.70	6.35	8.6	99.6	2.58	465.8	沈土量 % 0.55
6.35	4.76	0.4	100.0	2.58	2641.1	磨損率 % 3.22

(2) 砂 砂も砂利と同じ鬼怒川産で、その粒度及性状品質は表-2 の如し。

表-2. 砂の粒度及性状品質

篩 (mm)		粒 度 (%)	残 留 (%)	性 状 及 品 質
通 過	残 留			
4.76	2.38	5.33	5.33	真比重 2.660
2.38	2.00	0.80	6.13	見掛比重 軽装 1.450
2.00	0.85	14.97	21.10	〃 密装 1.584
0.85	0.59	14.99	36.09	空隙率 軽装 0.455
0.59	0.36	21.10	57.19	〃 密装 0.405
0.36	0.297	19.58	76.77	沈土量 % 0.68
0.297	0.177	19.61	96.38	
0.177	0.149	2.40	98.78	
0.149	0.074	1.18	99.96	
0.074		0.04	100.00	

(3) 碎石 碎石は神奈川県根府川産安山岩の一段破碎を受けたるものでその粒度及性状、品質は表-3 の如し。

表-3. 碎石の粒度及性状品質

篩 (mm)		粒 度 (%)	性 状 及 品 質
通 過	残 留		
38.10	31.75	4.56	真比重 2.580
31.75	25.40	11.56	見掛比重 軽装 1.380
25.40	19.05	34.24	〃 密装 1.562
19.05	12.70	70.38	空隙率 軽装 0.465
12.70	6.35	92.60	〃 密装 0.395
6.35	4.76	100.00	吸水率 % 1.30

(4) ポルトランドセメント 浅野セメントでその標準規格試験の結果は、表-4 に示すが如し。

表-4. セメント試験

比 重 粉末程度 凝結時間 { 於 18.°C 水 25 % 初發 2 時間 6 分 終結 3 時間 6 分	材 齡 (日)	引 張		圧 縮		摘 要
		比 重	強 度 (kg/cm ²)	比 重	強 度 (kg/cm ²)	
	3	2.35	28.6	2.30	420.0	水セメント比 引張 29.2 % 圧縮 50.0 %
	7	2.38	35.7	2.32	521.0	
	28	2.38	42.3	2.33	632.0	

II. 基層コンクリートに関する試験

2. 序 説

基層は舗装の受くる交通荷重を支持する主体をなすものであるから、コンクリートは強度の大なるものを必要とし、殊に気象作用に対応する爲に引張強度の大なるを要する。従てその引張強さと圧縮強さとの関係及その弾性の増大率とその係数の大きさを求めた。

5. 基層コンクリートの引張強度及圧縮強度

同一材料から製作した試験体の引張強度と圧縮強度の試験結果は表-5 の如し。

表-5. 基層コンクリートの強度及比重

種 別	材 齡											
	1 日	2 日	3 日	5 日	7 日	10 日	14 日	21 日	28 日	35 日	42 日	
圧 縮 { 強 度 (kg/cm ²) 比 重	3.02	6.55	13.11	26.98	36.69	55.27	66.21	75.45	83.61	79.42	90.07	
	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.39	2.38	2.38	2.37	2.39	2.41	
引 張 { 強 度 (kg/cm ²) 比 重	—	0.134	0.90	1.98	3.23	4.52	5.83	7.64	8.74	9.69	8.35	
	—	2.33	2.28	2.34	2.33	2.35	2.36	2.31	2.31	2.31	2.35	
強 度 比	—	48.9	14.5	13.6	11.4	12.2	11.4	9.9	9.6	8.2	11.2	

6. 基層コンクリートのモルタル分の強度

試験せるコンクリートのモルタル分と同一の配合及水セメント比を有するモルタルを造り之をセメント試験の標準型に填充して試験体を作り引張及圧縮試験を行ひ、之とコンクリートの強さを比較した。表-6 及 図-3 に示すが如し。

表-6. 基層コンクリート及モルタル分の強度

材 齡 (日)	引 張 強 度 (kg/cm ²)			圧 縮 強 度 (kg/cm ²)		
	コンクリート	モルタル分	比	コンクリート	モルタル分	比
1	—	1.01	—	3.02	5.39	0.562
3	0.903	5.60	0.161	13.11	22.73	0.578
7	3.23	18.36	0.176	36.69	73.60	0.485
28	8.74	27.50	0.318	83.61	196.13	0.428

図-3. 基層コンクリート及モルタル分の引張及圧縮強度

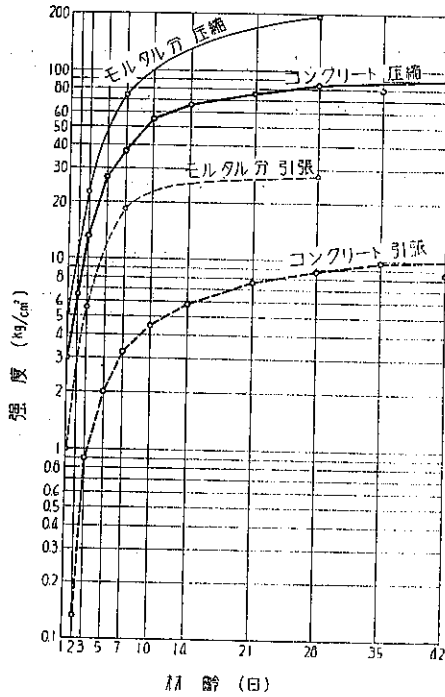


図-4. 基層コンクリートの圧縮に対する変形率

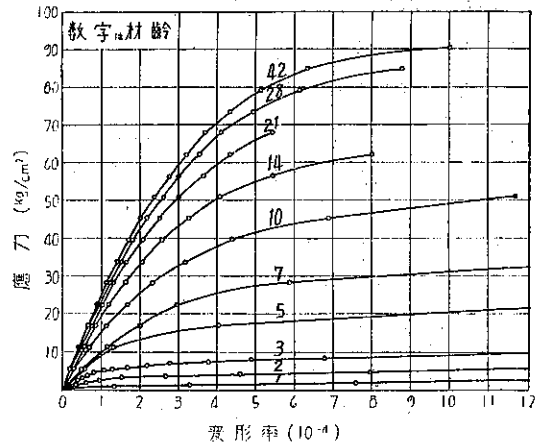


図-5. 基層コンクリートの圧縮に対する弾性係数

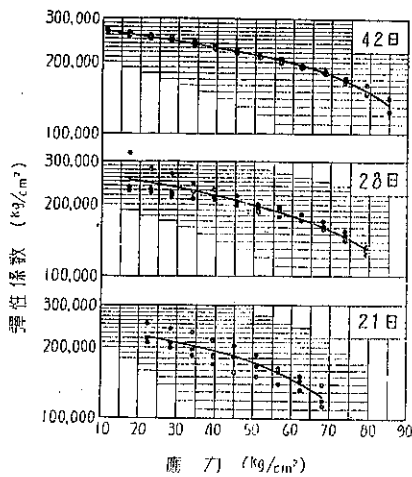
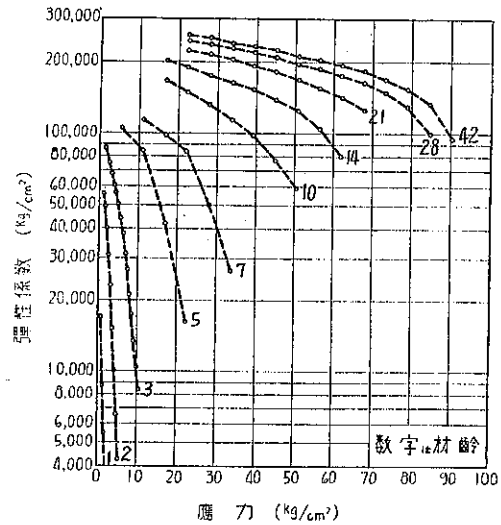


図-6. 基層コンクリートの圧縮に対する弾性係数



7. 基層コンクリートの圧弾性係数

コンクリートはセメントの硬化増進したものも、完全弾性体でなく、応力度に応ずる歪度の変化は比例しないから、その弾性係数も通常初期、切線、割線係数等を考へるが何れも眞の意味の弾性係数でない。

従来応力と歪度との関係は指數式、双曲線式、拋物線式を以て表はされ、そのうち指數式が最も普通に用ひられ、割線係数を以て之を表はしてゐる。

モルタルはコンクリートに比し試験体の大きさが引張及圧縮共に小さいから、混合物を填充する場合の搦固の作用の影響を受くる著しく、従て圧縮及引張強度共に遙かに大である。

何れの場合も弾性係数は応力の増大に伴ひて漸減し、材齢の増加に伴ひ増大し、富配合のものは一般に大にして、水セメント比小なるものも同様である。

圧縮応力と変形率との関係は 図-4 に示すが如く、材齢小なるものは全く塑性を示し応力と歪みとの比は一定しないが、3 週間以上を経過すれば略、一定の関係を保つに至り次第に弾性的現象を呈するに至る。

之より、最小自乗法を用ひ實驗式を導けば次の如し。

$$\begin{aligned} \text{材 齢 28 日 } \sigma &= 6450 \varepsilon^{0.60} & \text{材 齢 42 日 } \sigma &= 11500 \varepsilon^{0.65} \\ \sigma: \text{ 応力 } \text{kg/cm}^2, \quad \varepsilon: \text{ 歪度} \end{aligned}$$

之から割線弾性係数と同様の値を求め、之と応力との関係を求めれば 図-5, 6 に示すが如し。

コンクリートが塑性から弾性に変化するは材齢 3 週間以上を経過してからであつて、応力の増大に伴ふ弾性係数の減少が漸く漸進的現象を呈するに至るを知る事が出来る。

8. 基層コンクリートの張弾性係数

圧縮の場合と同様にコンクリートが引張を受けた場合の応力と変形率との関係を求めれば 図-7 に示すが如く、圧縮の場合と同様に材齢 3 週間以上を経過するものは応力と変形率との比が略、一定の関係を 保つを知る事が出来る。応力と歪度との関係は次式で表はされる。

$$\begin{aligned} \text{材 齢 28 日 } \sigma &= 9900 \varepsilon^{0.71} & \text{材 齢 42 日 } \sigma &= 13700 \varepsilon^{0.70} \end{aligned}$$

図-7. 基層コンクリートの引張に對する変形率

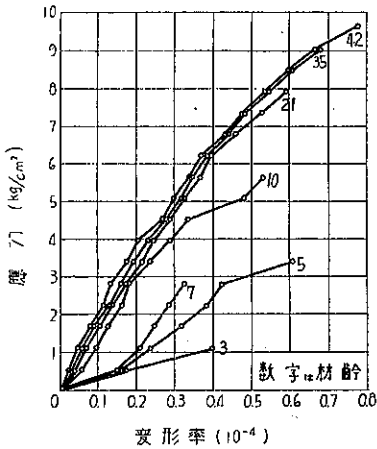


図-8. 基層コンクリートの引張に對する弾性係数

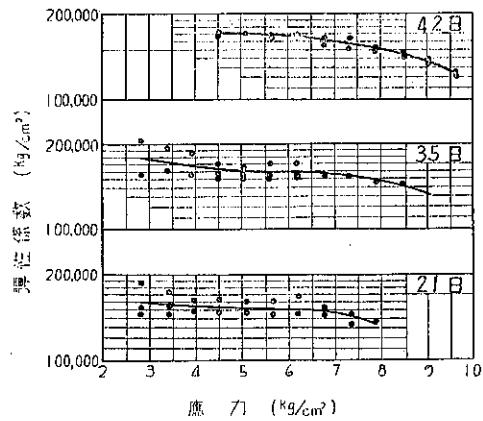


図-9. 基層コンクリートの引張に對する弾性係数

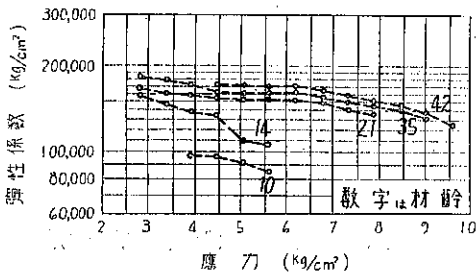
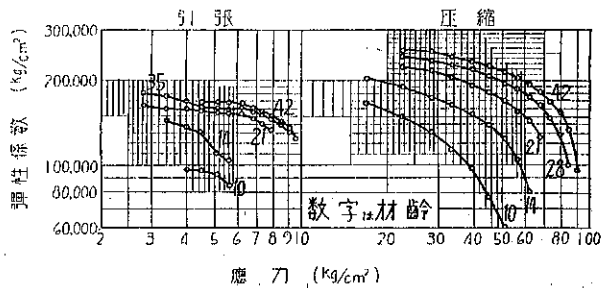


図-10. 基層コンクリートの引張及圧縮に對する弾性係数



之より割線弾性係数と性質を同じくする値を求めれば 図-8, 9 の如く圧縮の場合と同様に材齢 3 週間以上を経過せるものは割線係数も略々応力の大きさに応じて漸減し、弾性的現象を呈する。

基層コンクリートの如き施工軟度小なるものは強度も材齢 28 日に於て圧縮の場合 84 kg/cm², 引張の場合 9 kg/cm² に達し相當大であるから弾性係数も比較的大であり、圧縮に對するものと引張に對するものとを比較すれば前者が比較的大にして 図-10 に示すが如し、一般に圧弾性係数は 250 000 kg/cm², 張弾性係数は 180 000 kg/cm² の程度にある。

III. 上層コンクリートに関する試験

9. 序 説

上層コンクリートは直接に交通車輛を支持するものであるから磨耗抵抗性の大なるを要し、通常コンクリートとしては富配合のものを用ひ配合 1:1.5:3, 膠石として配合 1:2 を標準とするが、今コンクリートに就てその強度及弾性係数を測定した。

10. 上層コンクリートの引張強度及圧縮強度

同一の混合物から製作した試験体の引張強度と圧縮強度との試験結果は表-7 の如くである。

基層用コンクリートと比較すれば強度遙に大であつて、圧縮強度は基層の 84 kg/cm² に對し上層は 313 kg/cm², 引張強度も基層の 9 kg/cm² に對し上層は 23 kg/cm² に達する。

11. 上層コンクリートのモルタル分強度

基層コンクリートの場合と同様にコンクリートのモルタル分と同一配合のモルタル即ち配合 1:1.5, 水セメント比 0.41 のものに就て試験せる結果は表-8 の如し。

コンクリートの強度とモルタルの強度とを比較すれば図-11に示すが如し。

モルタル試験体は小型であるから基層の場合と同様にコンクリートに比しそのラムアルバイトの影響を受けて強度大である、而して上層コンクリートは基層のものより富配合でありモルタル分

図-11 上層コンクリート及モルタル分の引張及圧縮強度

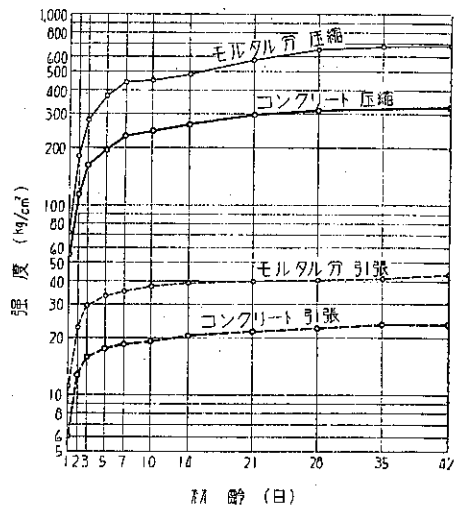


表-7. 上層コンクリートの強度及比重

種 別	材	材 齢										
		1 日	2 日	3 日	5 日	7 日	10 日	14 日	21 日	28 日	35 日	42 日
圧 縮	強 度 (kg/cm ²)	54.50	115.40	162.70	196.20	230.20	246.00	265.90	293.90	312.80	313.40	325.60
	比 重	2.40	2.40	2.42	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.43	2.43	2.43
引 張	強 度 (kg/cm ²)	6.10	12.70	16.00	17.40	18.60	19.20	20.60	21.70	22.60	23.60	23.60
	比 重	2.40	2.37	2.37	2.37	2.37	2.38	2.38	2.39	2.39	2.39	2.40
強 度 比		8.90	9.1	10.2	11.3	12.4	12.8	12.9	13.6	13.8	13.5	13.8

表-8. 上層コンクリート及モルタル分の強度

材 齢 (日)	引 張 強 度 (kg/cm ²)			圧 縮 強 度 (kg/cm ²)			モルタル分 強 度 比 圧縮/引張
	モルタル分	コンクリート	比	モルタル分	コンクリート	比	
1	11.10	6.13	0.555	72.0	54.5	0.76	6.5
2	22.80	12.69	0.56	181.0	115.4	0.64	7.9
3	29.54	15.97	0.54	279.0	162.7	0.59	9.4
5	32.73	17.38	0.54	376.7	196.2	0.53	11.5
7	35.23	18.58	0.53	440.0	230.2	0.52	12.4
10	37.53	19.24	0.51	447.0	245.9	0.55	11.9
14	39.20	20.57	0.52	484.7	266.0	0.55	12.4
21	39.72	21.07	0.54	577.3	293.9	0.51	14.5
28	40.17	22.64	0.56	650.3	312.8	0.48	16.2
35	41.53	23.58	0.57	678.3	318.4	0.47	16.3
42	42.95	23.59	0.55	682.3	325.6	0.47	15.9

多く、後者の 38.5% に比し 52.2% を有し、1.36 倍に達しスランプは同一であるが、試験型の装入は遙かに容易である、従て基層と上層とのモルタル試験体のラムアルバイトが略同一なるに對し、コンクリートの装入は上層が容易であるから、モルタルとコンクリートとの強度の比は上層が遙かに大であり、材齢 28 日に就て見れば基層は引張に對し 0.318 圧縮に對し 0.428 であるが、上層は引張に對し 0.56 圧縮に對し 0.48 である。

12. 上層コンクリートの圧縮係數

コンクリートの圧縮応力と変形率との關係は圖-12 に示すが如く、基層コンクリートの場合と同様に材齢小なるものは全く塑性を表はし応力と変形率との比は一定しないが、3 週間以上を経過せるものは略、一定の關係を保ち、次第に弾性的性状を表してゐる。

応力と歪度との關係は次式に導き得る。

材 齢 28 日 $\sigma = 117\,500 e^{0.58}$,

材 齢 42 日 $\sigma = 140\,900 e^{0.90}$

之より割線弾性係數と同様の値を求め、之と応力との關係を求むれば圖-13, 14 に示すが如し。

コンクリートは材齢 3 週間以上を経過するものは弾性係數も略、一定である。

之を基層コンクリートの係數と比較すれば遙かに大である。

13. 上層コンクリートの張弾性係數

圧縮の場合と同様にコンクリートが引張を受けた場合の応力と変形率との關係を求むれば圖-15 に示すが如し。

圖-12. 上層コンクリートの圧縮に對する変形率

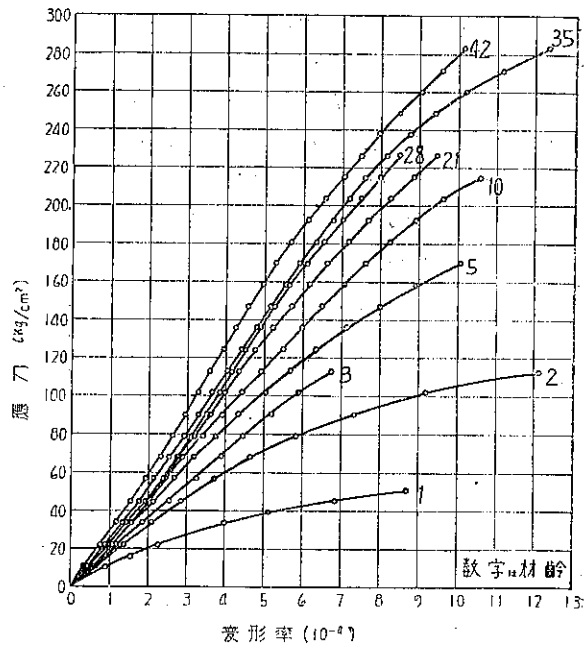


図-13. 上層コンクリートの圧縮に対する弾性係数

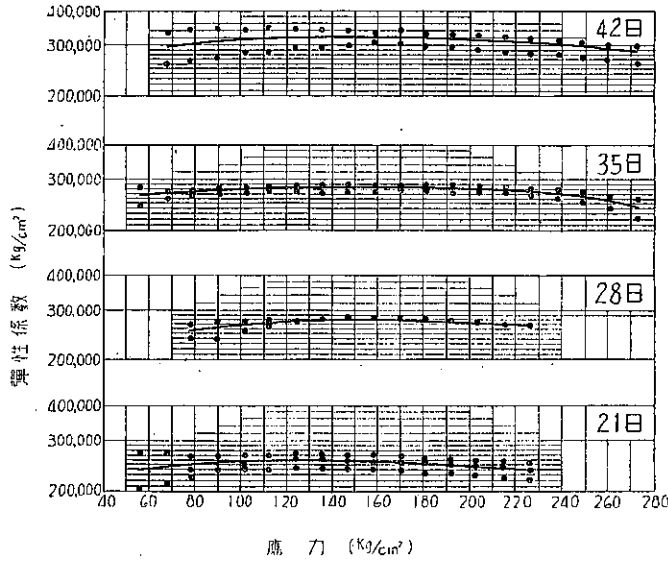


図-14. 上層コンクリートの圧縮に対する弾性係数

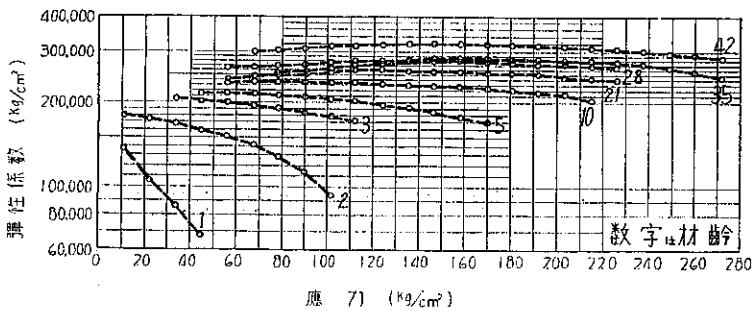


図-15. 上層コンクリートの引張に対する変形率

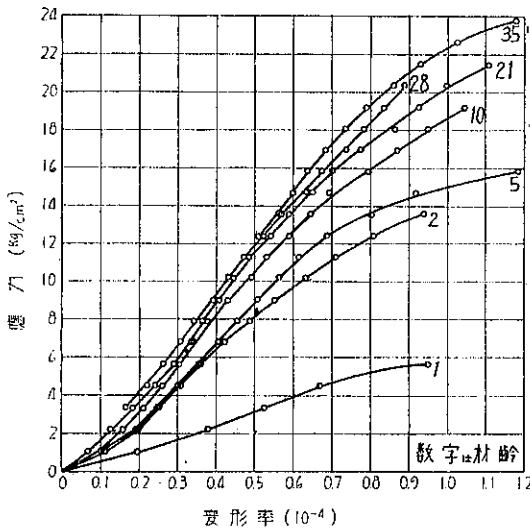


図-16. 上層コンクリートの引張に対する弾性係数

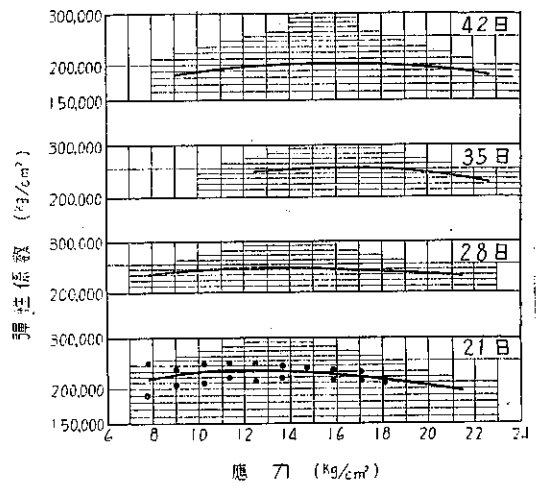


図-17. 上層コンクリートの引張に対する弾性係数

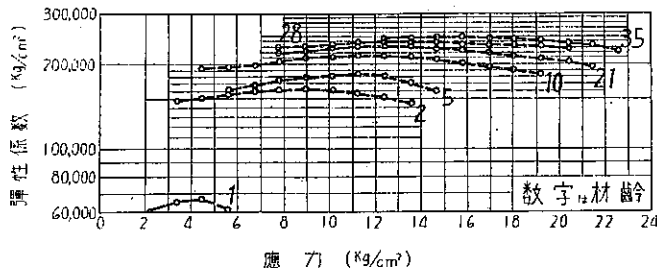


図-18. 上層コンクリートの引張及圧縮に対する弾性係数

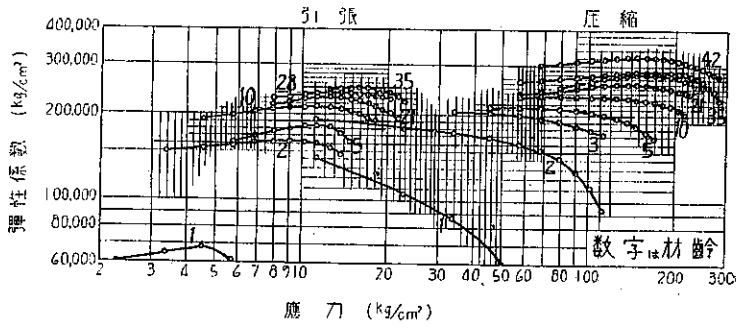
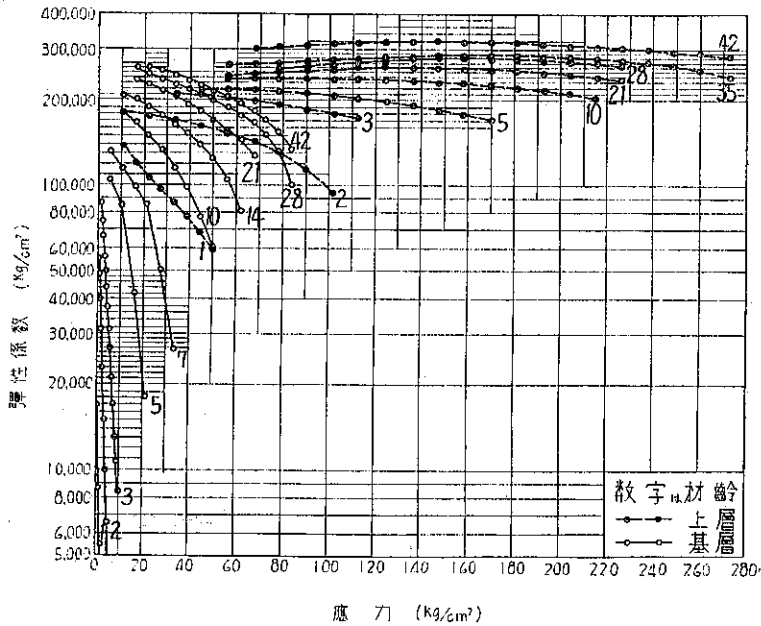


図-19. 基層及上層コンクリートの圧縮に対する弾性係数



上記同様に材齢 3 週間以上を経過するものは略、弾性的性状を呈する。

応力と歪度との関係は次式に導き得た。

$$\text{材 齢 28 日 } \sigma = 120\,500 \varepsilon^{0.93} \quad \text{材 齢 42 日 } \sigma = 141\,600 \varepsilon^{0.96}$$

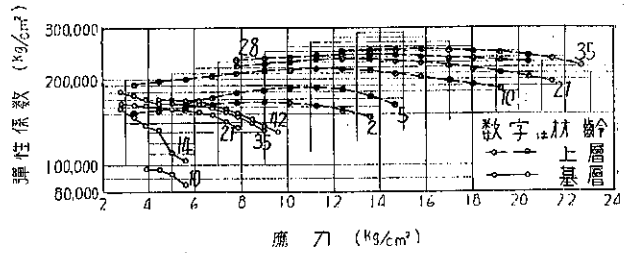
之より割線弾性係数と同様の値を求め、之と応力との関係を求めれば 図-16, 17 に示すが如し。

上層コンクリートの圧弾性係数と比較すれば

図-18 に示すが如く、張弾性係数は幾分圧弾性係数より小なるは基層コンクリートの場合と同様である。

基層コンクリートの圧及張弾性係数と比較すれば 図-19, 20 に示すが如く、上層コンクリートは富配合で強度も大であるから、圧及張弾性係数も遙に大である。

図-20. 基層及上層コンクリートの引張に対する弾性係数



IV. 砂利コンクリートと碎石コンクリートとの比較試験

14. 序 説

粒子の形状を異にする骨材のコンクリートに及ぼす影響を明かにする爲に、砂利と碎石とを粗骨材とするコンクリートに就てその圧縮強度と引張強度を測定した。

粒子形状の影響は骨材を多量に含むコンクリート即ち貧配合のものに對し特に著しき影響を與ふるものであるが、通常上層コンクリートの力学的性質がその骨材の選定に重要な問題を有するを以て、配合 1:1.5:3 のコンクリートに就て水セメント比 0.41 施工軟度をスランプ 2cm とし骨材としての碎石と砂利との影響を求め、その比較を行ひ、骨材選定の資料を求めた。

15. 砂利コンクリートの強度

砂利コンクリートの引張強度及圧縮強度及その比は 表-9 の如し。

表-9. 砂利及碎石コンクリートの強度

材 齢 (日)	砂利コンクリート強度 (kg/cm ²)			碎石コンクリート強度 (kg/cm ²)		
	引 張	圧 縮	比	引 張	圧 縮	比
1	10.94	117.90	10.8	11.62	139.59	12.0
3	15.05	175.43	11.6	16.55	257.68	15.6
7	17.05	216.26	12.7	20.94	332.93	15.9
14	17.21	252.39	14.7	21.56	362.17	16.8
28	21.21	304.83	14.4	20.94	419.14	20.0

16. 碎石コンクリートの強度

碎石コンクリートの引張強度及圧縮強度は 表-9 に示すが如く、砂利コンクリートと比較すれば 図-21 に示すが如し。

17. 砂利コンクリートと碎石コンクリートとの比較

一般に碎石コンクリートが引張及圧縮強度共に大である、之はその粒子形状の特質に基くもので不整形にして

図-21. 砂利及碎石コンクリートの引張圧縮強度

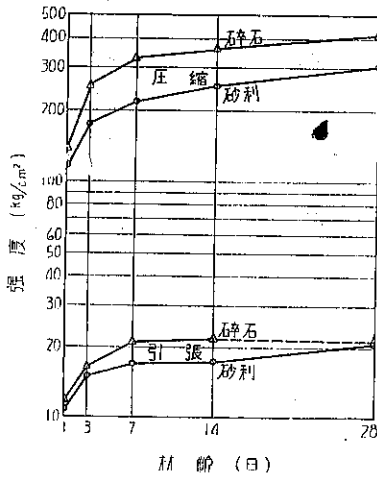
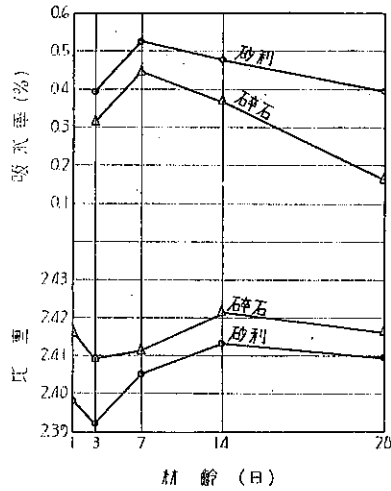


図-22. 砂利及碎石コンクリートの比重及吸水率



噛合作用を有すると同時に粗面を呈しモルタル分との附着強さが大であるからである。

碎石コンクリートと砂利コンクリートとの引張強度比及圧縮強度比並に之の兩種コンクリートに於て圧縮強度に對する引張強度の割合を求め尙その割合の比を求めれば 表-10 の如し。圧縮強度の比が引張強度比より大なるは、引張試験体製作の場合その混合物裝入に要する仕事量が比較的小であつて、砂利の如き丸味を有する粒子は取扱い移動容易であるが、碎石の如き不整形のものは施工裝入困難であるからである。

表-10.

材 齢 (日)	圧縮強度に對する引張強度の比 (%)			碎石コンクリート 砂利コンクリート	
	砂利コンクリート	碎石コンクリート	比	引張強度	圧縮強度
1	9.25	8.35	1.045	1.06	1.18
3	8.60	6.40	1.35	1.10	1.47
7	7.90	6.30	1.26	1.23	1.54
14	6.82	5.95	1.15	1.25	1.40

粒子形状の示數として細長率、扁平率及粒子の不同率の比は夫々 1.20, 1.224, 1.220 であるが、引張強度の比は略之と同一で材齢 7~14 日では 1.23~1.25 を示してをる。圧縮強度の比は之より大にして 1.40~1.50 を示し、砂利の容積圧縮率 11.2% に對し碎石は 15.2% に達し約 1.36 倍に達し、圧縮作用に對する影響が極めて顯著なる爲と思はれる(内務省土木試験所報告第 27 號、骨材の性質に及ぼす粒子形状の影響に就て、参照)。

之らの強度に對しコンクリート比重を見れば 図-22 に示すが如く、碎石コンクリートが何れも砂利コンクリートに比し比重大で密度大なる事を示し、従て吸水率も之に応じて前者が少い結果を示してゐる。

18. 試験体の破壊面に關する考察

試験体の製作は円筒型を直立の状態に置いて混合物の裝入を行ひ搗固めはその上部から鉄棒を以て行ふから、引張試験体の如き單純なる応力を受くるものゝ破壊面を見れば寫眞に示すが如く、骨材の粒子は製作の際の上面に膠着して居り、粒子の下面に於てモルタルと骨材とが分離してゐる。

之は搦固の際の仕事及粒子の自重によりて、粒子の下部のモルタルは上面より餘分に圧縮を受け過剰の水分が粒子との間に被膜を造り従て粒子の上面の部分よりも膠着力弱くまたその凝結硬化の際の収縮も大であつて分離され易く、従てその部分の強さが弱いからである。

粒子が破壊せる面の下部に止るものを見ればその表面が極めて平滑であつて、膠着力の弱い事を示して居る。

V. 試験結果の要約

試験結果を要約すれば次の如し。

(1) 基層コンクリートとして用ひらるゝ配合 1:3:7 のものは材齢 28 日に於て圧縮強度 84 kg/cm²、引張 9 kg/cm² 程度のもので材齢 21 日以後は次第に弾性が昂上し、応力と歪度との關係は材齢 28 日に於ては次の實驗式を得た。

$$\text{圧縮に對し } \sigma = 6450e^{0.60}, \quad \text{引張に對し } \sigma = 9900e^{0.71}$$

(2) 基層コンクリートの弾性係数は応力の増大に伴ひ減少し材齢の増加に伴ひ増大する。割線弾性係数の値は圧縮に對するもの 250 000 kg/cm² 引張に對するものは幾分小で 180 000 kg/cm² 程度である。

(3) 上層コンクリートとして用ひらるゝ配合 1:1.5:3 のものは材齢 28 に於て圧縮強度 313 kg/cm²、引張強度 23 kg/cm² 程度のもので、材齢 21 日以後は次第に弾性的性状を呈し、応力と歪度との關係は材齢 28 日に於て次の實驗式を得た。

$$\text{圧縮に對し } \sigma = 117500e^{0.88} \quad \text{引張に對し } \sigma = 120500e^{1.03}$$

(4) 上層コンクリートの弾性係数も基層コンクリートと同様に応力の増大に伴ひ減少し、材齢の増加に伴ひ増大す。割線弾性係数の値は圧縮に對し 280 000 kg/cm²、引張に對し 230 000 kg/cm² で基層コンクリートに比すれば強大であるから弾性係数も亦大である。

(5) コンクリートとそのモルタル分の強度とを比較すれば後者は試験体の大小小であるから搦固め作用の影響強く、従て強度大であつて基層コンクリートの強度はその 32~42%、上層コンクリートは 42~56% である。

上層コンクリートは富配合でモルタル分の含有量が基層の 1.36 倍に達するからスランブは同一であつても試験体型に装入する事が容易なる爲にラムアルバイトの影響が左程著しく現れない。

(6) 粒子の形狀を異にするコンクリートとして砂利コンクリートと一段破碎を受けた碎石のコンクリートとを比較すれば、圧縮及引張共に碎石コンクリートが大であつて引張強度の比は 1.23~1.25 に達し、その粒子の細長率、扁平率、及粒子不同率と略同値を示し、圧縮強度の比は 1.49~1.50 に達し、骨材の容積圧縮率の比は 1.36 で圧縮作用に對する感応率と相關々係を保つと考へらる。

図-23. コンクリートの圧縮試験装置



図-24. コンクリートの引張試験装置

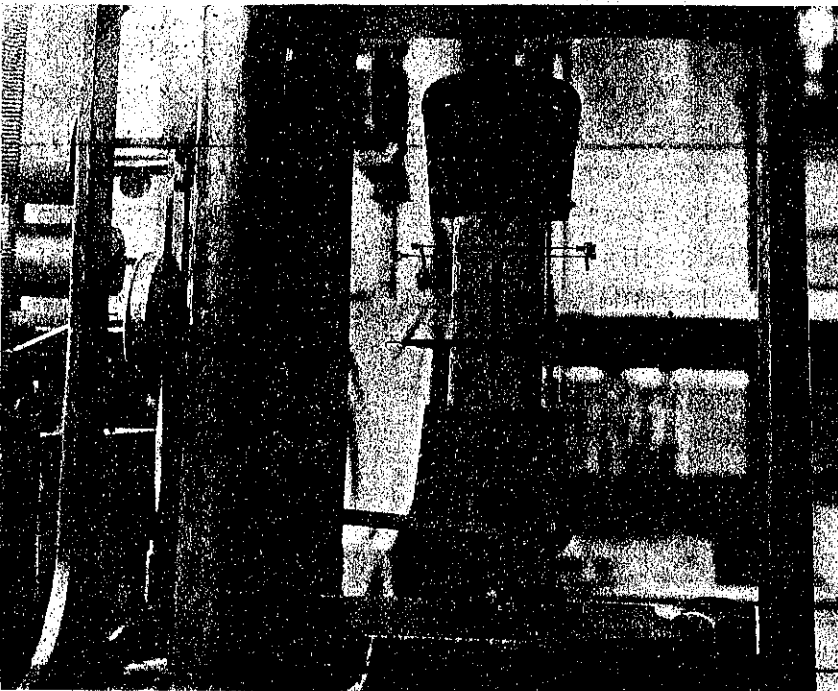
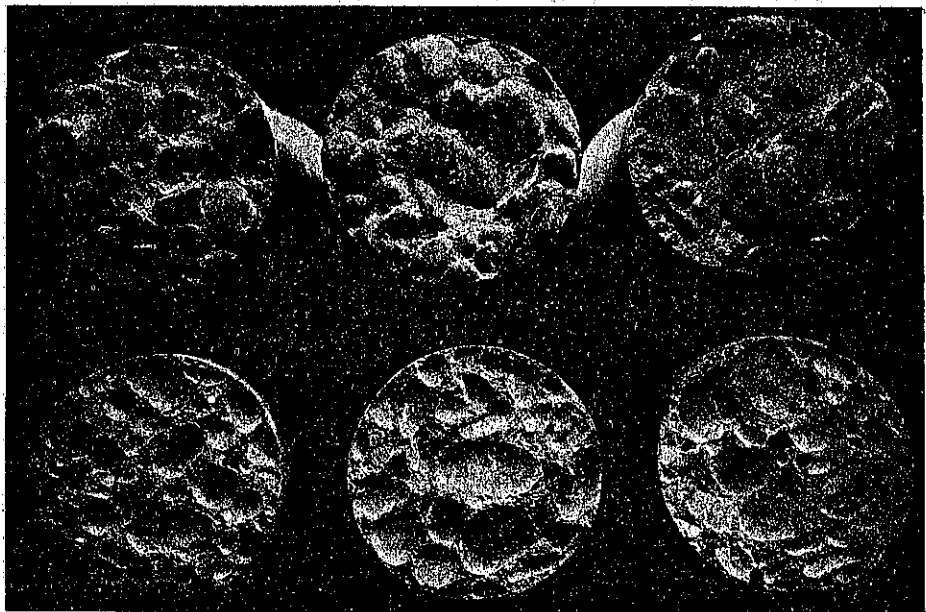
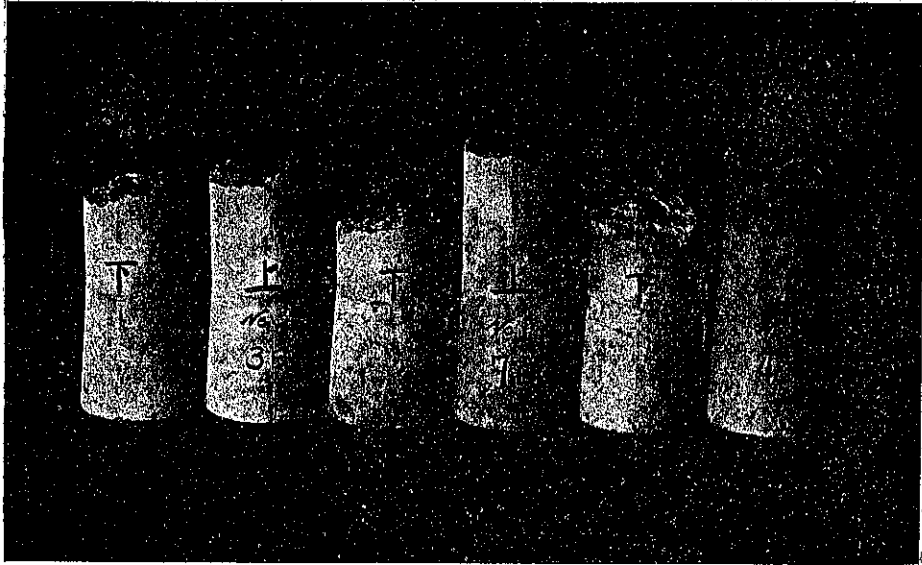


図-25. 基層コンクリートの破壊面

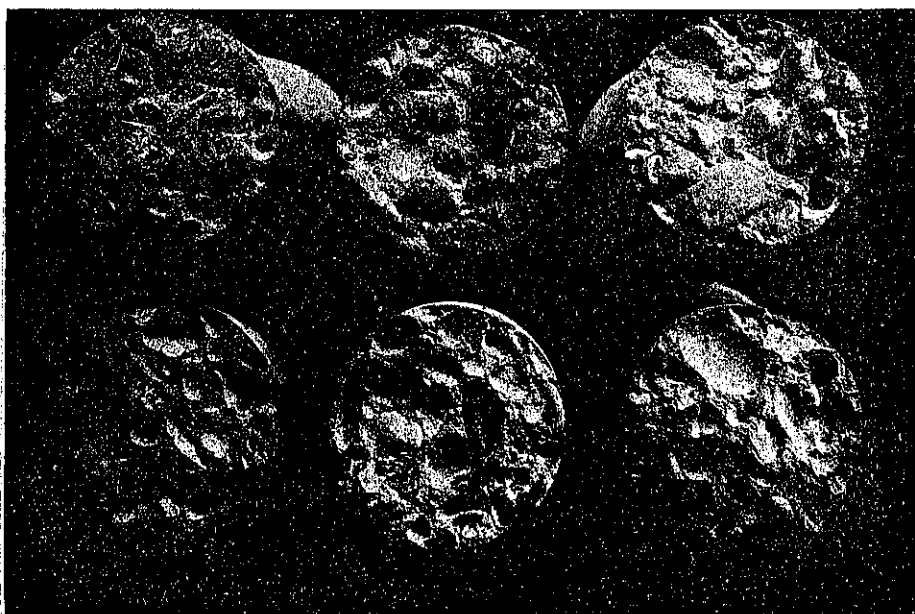


3 日

7 日

42 日

図-26. 上層コンクリートの破壊面

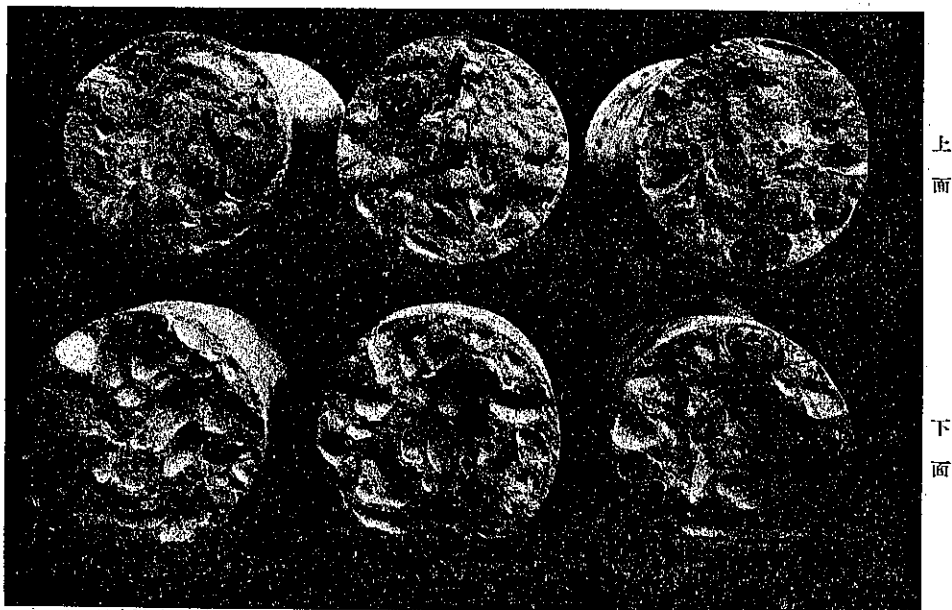
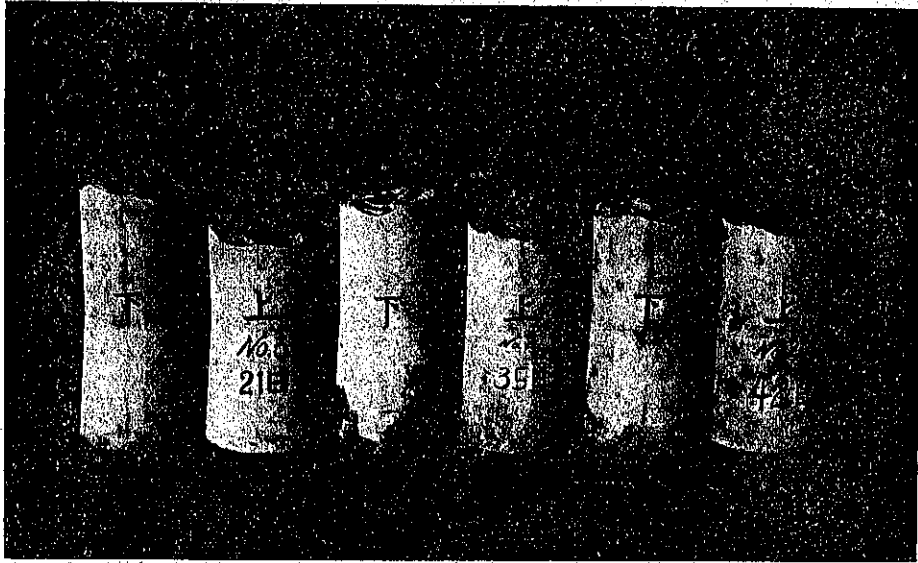


14日

7日

2日

図-27. 上層コンクリートの破壊面

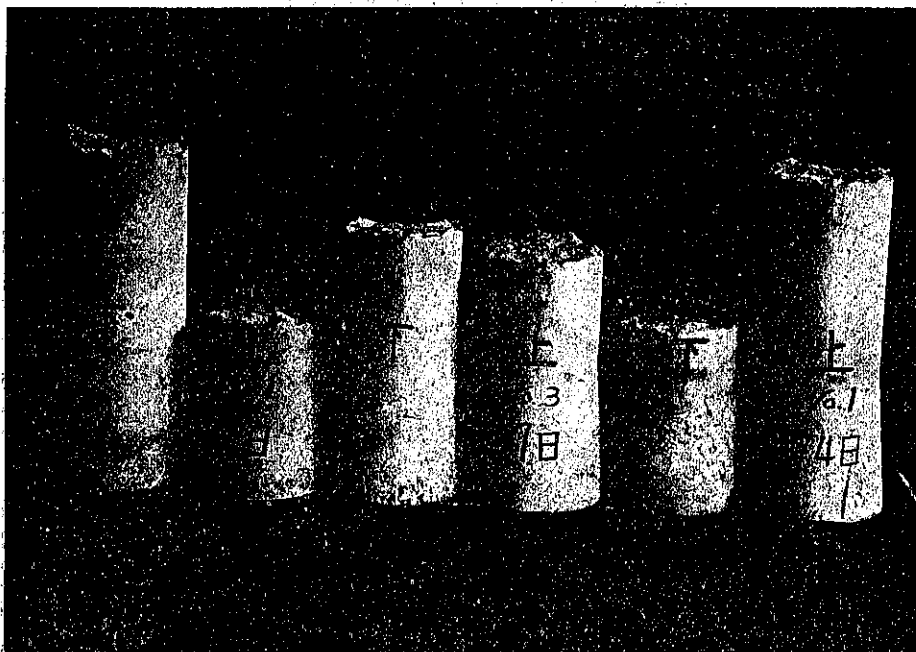


21 日

35 日

42 日

図-28. 上層碎石コンクリートの破壊面



上面
下面

1 日

7 日

14 日