



土 木 研 究 所 資 料
第 8 1 8 号

コンクリートの検査方法に関する試験調査報告書(II)

ーテストハンマーの検査への適用についての検討ー

昭和48年3月

建設省土木研究所
地質化学部コンクリート研究室

目 次

1. ま え が き	1
2. 調 査 報 告	1
3. 試験方法が反発値におよぼす影響.....	3
3-1 ハンマーの取扱いによる個人誤差.....	3
3-2 反発値(測定値)のばらつき.....	4
3-3 供試体の応力状態がRにおよぼす影響.....	7
3-4 測定面の乾湿状態がRにおよぼす影響.....	7
3-5 ハンマーの打撃方向がRにおよぼす影響.....	7
3-6 供試体の断面の厚さがRにおよぼす影響.....	7
3-7 供試体の形状がRにおよぼす影響.....	11
3-8 測定面のモルタル厚さがRにおよぼす影響.....	11
4. コンクリートの品質が反発値におよぼす影響.....	11
4-1 粗骨材の種類がRの変動におよぼす影響.....	11
4-2 粗骨材の最大寸法が反発値におよぼす影響.....	14
4-3 水セメント比が反発値におよぼす影響.....	14
4-4 現場への適用例.....	17
5. その他の特性値相互の関係.....	17
5-1 動弾性係数と反発値との関係.....	17
5-2 打撃面の損傷の程度.....	17
6. 既発表の反発値と圧縮強度との関係.....	22
7. あ と が き	24

コンクリートの検査方法に関する試験調査報告書(Ⅱ)

ーテストハンマーの検査への適用についての検討ー

コンクリート研究室

1. ま え が き

本報告は、昭和43～47年度の研究課題“コンクリートの検査方法に関する試験調査”(道路調査費)の一部としてテストハンマーの検査への適用についての検討資料を得るために行なつた試験結果を集録したものである。

テストハンマーは、その機構から考えても分るように、もともとセメントの水和にともなう硬化の程度を知るためのものであつて、供試体の内部組織や種々の環境条件によつて変化するような強度と密接な結びつけを試みても不満足な結果の得られることは当然のことである。

しかし、土木構造物の種類はさまざまであつて、それに用いられるコンクリートの品質も構造上の必要から相当な強度を必要とするものから、むしろ、作業を経済的にすすめる上で適当な強度を定めているといったものまでである。このように、コンクリートの品質をあらわす因子として強度を用いていても、その重要さの上では相当な開きがあり、これを一律に同じ精度の強度試験を行なつて品質判定を行なうとしても繁雑となるのみで実効が少ないと考えられる。

このようなことから、簡易なコンクリート構造物、あるいはコンクリートブロックなど一部のコンクリート製品の検査に用いられる簡単な試験方法の1つとして、従来から広く行き渡つているテストハンマーの活用について調査を試みたものである。なお、本報告のとりまとめについては不十分な点も多いが、豊富に結果が得られているので、あえてまとめたものである。

2. 調 査 報 告

調査項目としては、主として試験結果の精度とバラツキに関係のあると思われる要因を知ること
に重点を置いて行なつた。調査項目を列記すればつぎのとおりである。

(1) 操作方法が試験結果におよぼす影響

- a) ハンマーの取扱いによる個人誤差
- b) 反発値のバラツキ
- c) ハンマーの打撃方向

(2) 供試体の形状寸法が試験結果におよぼす影響

- a) 供試体の応力状態
- b) 測定面の乾湿
- c) 部材の厚さ
- d) 供試体の形状
- e) 打撃面のモルタル厚さ

表-1 個人誤差についての調査結果

w/c 60%

w/c 40%

ハンマー	バッチ	n	$\bar{R}$	標準	偏差	変動	係数	ハンマー	バッチ	n	$\bar{R}$	標準	偏差	変動	係数	
N 型	1	A 氏	1	19.7	19.3	1.73	1.15	8.80	1	A 氏	1	31.4	31.5	2.32	1.58	7.40
			2	19.0		0.89		4.70			2	31.1		1.38		4.44
			3	19.3		1.48		7.70			3	30.3		1.90		6.27
			4	19.0		0.55		2.88			4	31.5		0.63		2.00
			5	19.3		0.71		3.67			5	32.8		1.00		3.07
			6	19.5		1.55		7.95			6	31.8		2.22		6.98
	2	B 氏	7	19.0	19.2	1.70	1.37	8.96	2	B 氏	7	32.1	31.9	2.19	2.24	6.82
			8	19.9		1.05		5.28			8	32.0		2.47		7.70
			9	19.7		0.75		3.59			9	31.0		2.24		7.23
			10	19.4		1.92		9.92			10	32.2		1.64		5.10
			11	18.5		1.95		10.50			11	32.2		2.68		8.32
			12	18.8		0.84		4.45			12	31.9		2.24		7.02
P 型	1	A 氏	13	18.3	18.3	1.55	1.48	8.47	1	A 氏	13	32.5	31.6	2.28	2.00	7.02
			14	18.2		1.45		7.95			14	31.1		1.52		4.88
			15	18.0		1.00		5.56			15	31.8		2.10		6.60
			16	18.2		1.61		8.86			16	32.0		2.38		7.43
			17	18.6		1.84		9.92			17	31.5		1.67		5.30
			18	18.7		1.45		7.76			18	30.9		2.05		6.63
	2	B 氏	19	18.2	18.2	1.98	1.64	10.80	2	B 氏	19	31.4	31.1	2.32	1.93	7.38
			20	18.8		1.14		6.08			20	31.1		2.10		6.75
			21	18.5		2.07		11.00			21	30.8		2.05		6.65
			22	17.7		1.67		9.46			22	30.1		1.48		4.72
			23	17.7		1.05		5.93			23	32.2		1.76		5.46
			24	18.2		1.95		10.70			24	30.8		1.84		5.97
P 型	1	A 氏	1	32.9	33.2	0.95	2.27	2.89	1	A 氏	1	56.1	58.7	3.48	3.83	6.20
			2	31.8		2.28		7.17			2	58.9		4.34		7.47
			3	33.4		2.83		8.48			3	59.8		2.64		4.41
			4	34.4		2.14		6.24			4	57.8		3.86		6.67
			5	34.0		2.76		8.12			5	59.4		4.62		7.77
			6	32.9		2.68		8.16			6	60.0		4.06		6.77
	2	B 氏	7	32.5	33.9	1.64	2.38	5.06	1	B 氏	7	59.5	59.4	3.72	4.18	6.25
			8	34.9		3.04		8.70			8	60.8		3.96		6.52
			9	33.7		2.41		7.15			9	56.7		4.30		7.58
			10	33.2		2.69		8.03			10	57.9		4.81		8.48
			11	33.5		2.51		7.50			11	61.6		4.31		7.00
			12	35.3		2.00		5.67			12	59.8		4.00		6.70
P 型	1	A 氏	13	30.7	32.1	2.31	2.58	7.50	1	A 氏	13	58.0	59.3	3.28	2.69	5.66
			14	31.2		2.35		7.52			14	58.8		2.84		4.83
			15	33.7		3.50		10.40			15	58.9		2.28		3.87
			16	33.5		2.08		6.20			16	61.4		3.16		5.15
			17	31.2		2.26		7.25			17	60.0		2.32		3.87
			18	32.5		2.98		8.88			18	58.9		2.28		3.87
	2	B 氏	19	34.0	32.0	2.39	2.33	7.04	2	B 氏	19	56.2	56.9	2.41	2.99	4.30
			20	30.1		2.24		7.74			20	55.2		3.00		5.43
			21	32.7		2.43		7.45			21	56.8		3.36		5.81
			22	31.8		2.90		9.14			22	57.4		2.07		3.61
			23	32.3		1.64		5.10			23	57.7		3.05		5.29
			24	31.3		2.35		7.50			24	57.8		4.08		7.06

コンクリートの配合

Gmax (mm)	W (kg)	C (kg)	s.l. (cm)	w/c (%)	s/a (%)	S (kg)	G (kg)		
							5~10	10~20	20~25
25	157	393	5~8	40	34	630	312	623	312
25	155	258	5~8	60	37	747	312	623	312

セメント：アサメ普通ポルトランドセメント
比重 3.15

細骨材：渡良瀬川、比重 2.60、
吸水率 2.35 FM 2.65

粗骨材：思い川、比重 2.62、
吸水率 1.40 FM 6.65

供試体寸法

15×15×30cm 立方体

試験値

R は 24 点の平均 $\bar{R}$ は $\bar{R}$ の平均

供試体の表面状態

湿潤面で行なった。

(3) コンクリートの品質と反発値との関係

- a) 粗骨材の種類
- b) 粗骨材の最大寸法
- c) 水セメント比
- d) 現場への適用

(4) その他の特性値相互の関係

- a) 動弾性係数と反発値との関係

(5) 既発表の反発値と圧縮強度との関係

3. 試験方法が反発値におよぼす影響

3-1 ハンマーの取扱いによる個人誤差

ハンマーを取扱う人によつて同品質のコンクリートが異なつた結果で判定されたのでは試験は無意味であるばかりでなく誤まつた判断がなされる恐れがある。この点に関してN型ハンマーおよびP型ハンマーについて、調査した結果は表-1のとおりである。この試験のハンマーの取扱い者は、ハンマー取扱い説明書を読んだのち数回ハンマーを取扱つかつた程度の初心者である。この結果によるとA、B二者による差は最大でおよそ2%であり(表-2)取扱いに注意すれば、個人誤差は考慮する必要はないと考える。(写真-1は、P型ハンマーによる試験中のところを示す)

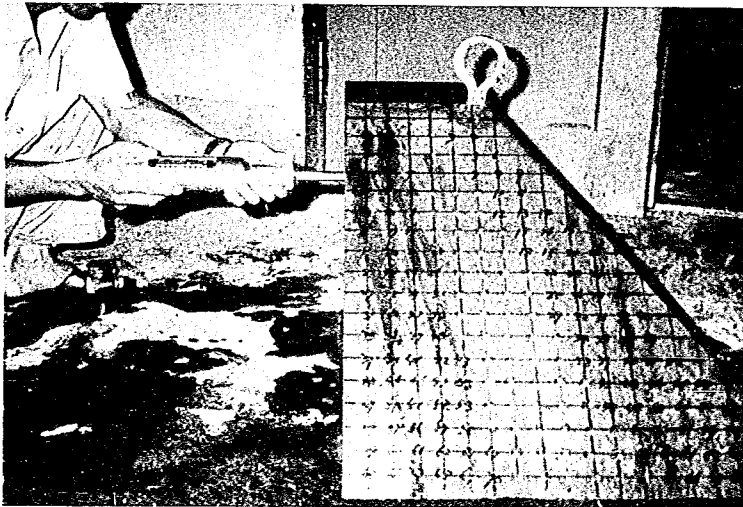


写真 1

表 - 2

W/C		変 動 係 数				標 準 偏 差			
		N		P		N		P	
		A氏	B氏	A氏	B氏	A氏	B氏	A氏	B氏
40%	1	5.03	7.03	6.55	7.09	1.58	2.24	3.83	4.18
	2	6.31	6.16	4.54	5.25	2.00	1.93	2.69	2.99
60%	1	5.95	7.12	6.84	7.02	1.15	1.37	2.27	2.38
	2	8.08	8.99	7.96	7.33	1.48	1.64	2.58	2.33

3-2 反発値(測定値)のばらつき

コンクリートは、金属のように内部が均一でないためコンクリート表面より求める反発値(以下Rという)は打撃場所によつて変動する。したがつて一試験値を得るためには何点かのRを平均する必要がある。一試験値を得るための適当な測定数を調査するため一測定面に対して測定点数とRの変動係数との関係をN型ハンマーについて求めた。試験は、台形ブロックの垂直面について46点測定し、それより、3, 5, 10, 15, 20, 30点をそれぞれランダムに抽出して、その値から変動係数をもとめた。その結果は、図-1のとおりで一試験値を得るための測定点数が少なくないといかなり大きな変動となる場合がある。しかし、一方あまり多くしすぎても結果はあまり変わらない。N型ハンマーによる一試験値の変動係数は平均値でおよそ10%であつた。このようなことから一般に標準的な方法として実施されている一試験値を得るための測点数を20点とし、その平均値を試験値としていることは妥当であると考える。(写真-2は測定中のところを示す)

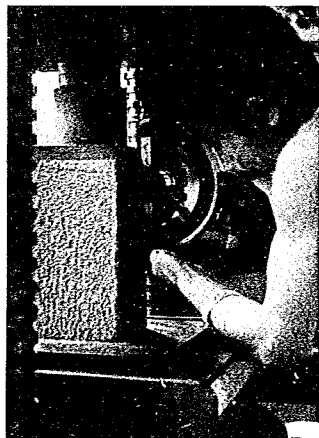


写真 2

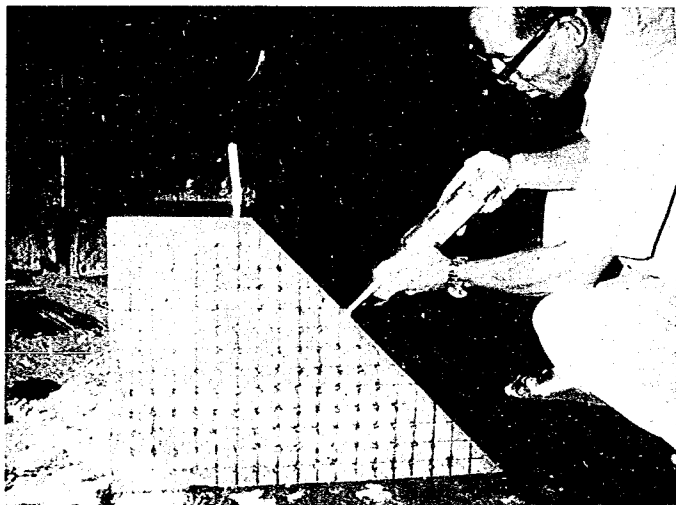


写真 3



写真 4

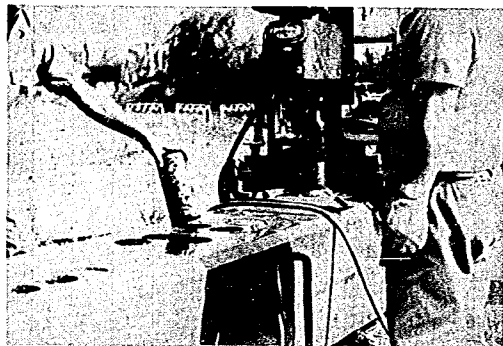


写真 5

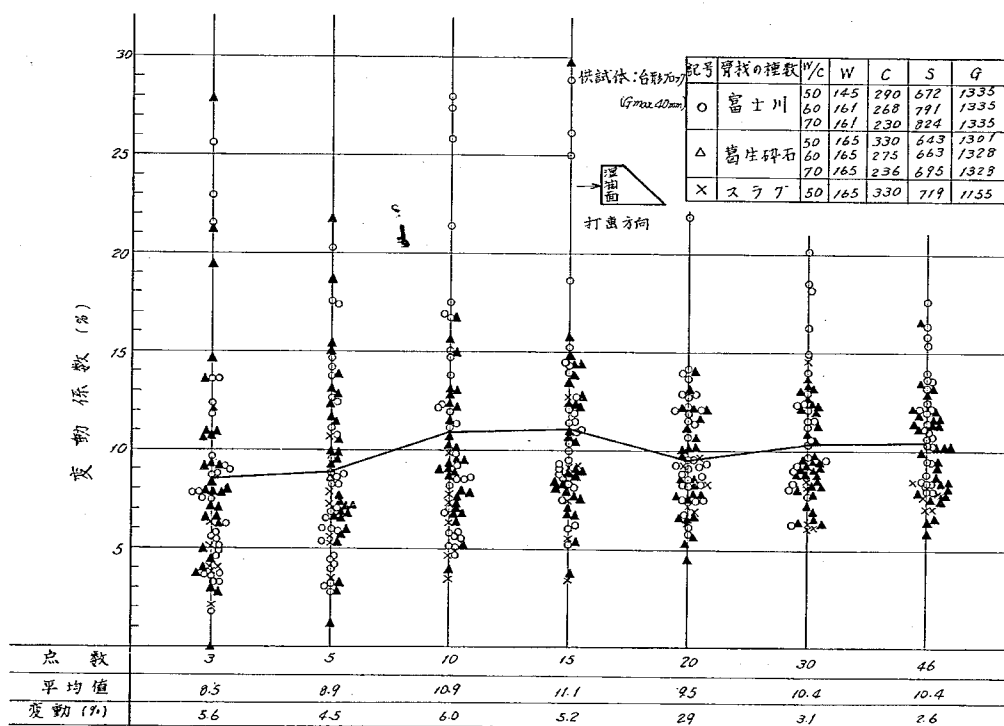


図-1 測定点数とその変動 (N型ハンマー)

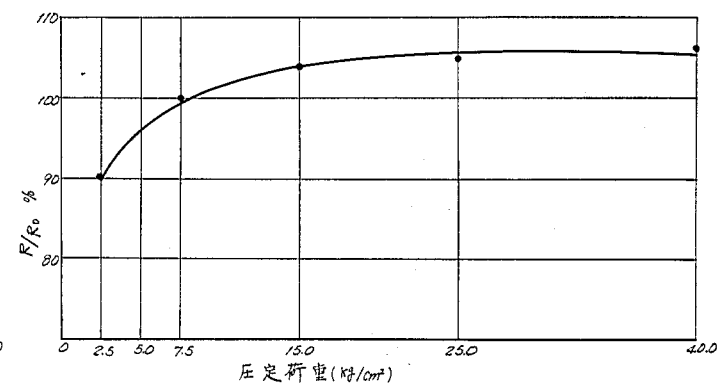
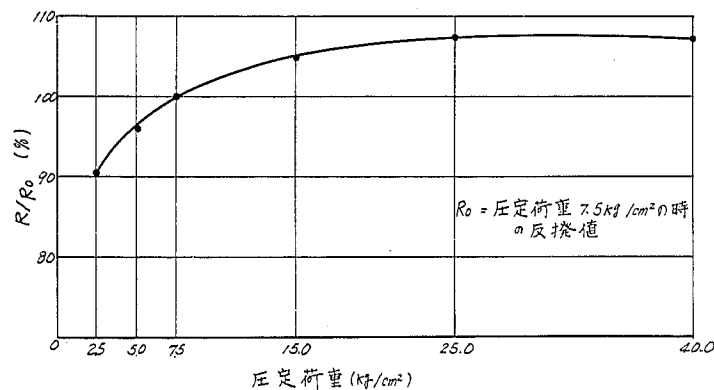
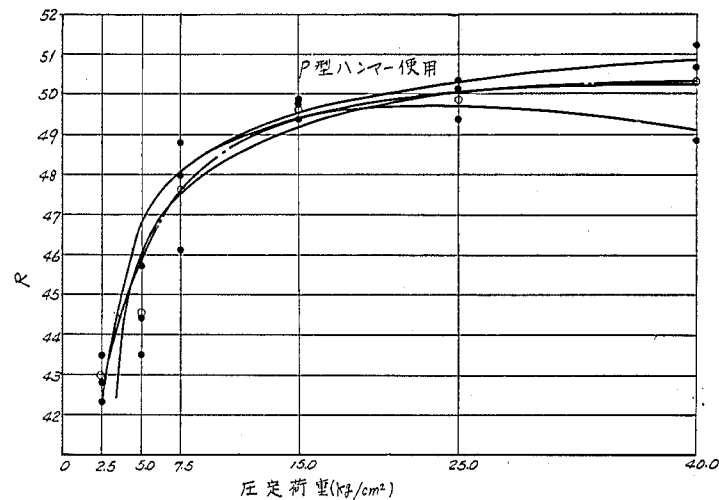
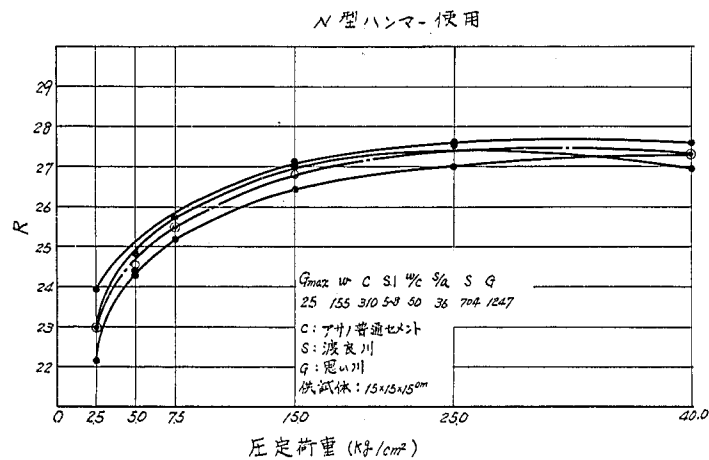


図-2 圧定荷重と反撥値との関係

3-3 供試体の応力状態がRにおよぼす影響

供試体が加圧されていると、Rが異なることが報告されている。その影響をN型およびP型ハンマーについて調査した結果は図-2のとおりである。この試験では圧縮試験機を用いて供試体に圧縮荷重を加えて行なつた。この結果、圧縮応力が増加すればRも増加するが 2.5 kg/cm^2 以上となると一定となるようである。しかし、供試体の端部に鋼棒を持つた鋼板を接着し、万能試験機を用いて供試体に引張加重を加えた場合、試験数が少ないので確たることはいえないが引張応力の大きさ($0 \sim 1 \text{ ? kg/cm}^2$)によるRの変化は見られなかつた。このことから载荷によるRの変化は、内部応力の変化によるものばかりでなく供試体圧定のための試験機の質量、据え付けの方法などの影響も含めて考慮し、再検討が必要と考えられる。

3-4 測定面の乾湿状態がRにおよぼす影響

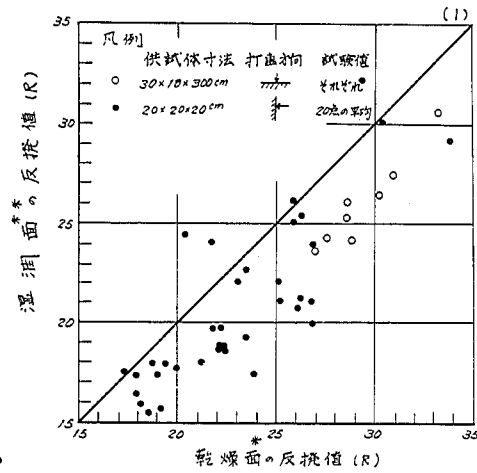
打撃面が乾燥しているか湿潤状態であるかによつてその面の硬度が変わるためRも変化する。その程度をN型ハンマーについて調査した結果は図-3(1)、3(2)のとおりである。図-3(1)は、乾燥面におけるRと湿潤面におけるRとの関係を示したもので、図-3(2)は、それぞれ圧縮強度(以下 σ という)との関係の1例を示したものである。この結果では湿潤面におけるRは乾燥面におけるRよりも2~3だけ小さい値が得られた。(坂教授の結果では5と報告されている)

3-5 ハンマーの打撃方向がRにおよぼす影響

N型ハンマーは、水平方向(垂直面打撃)に用いるのが標準であるが、構造物の種類によつてはそれ以外の方向に対して使用する場合もありうる。ハンマーは重すい(おもり)のはねかえりによつてRを指示するものであるから当然、上方へ向けた場合と下方へ向けた場合のRは相当異なるはずである。したがつて、ハンマーの打撃方向によつてRは補正する必要がある。ハンマーの打撃方向とRとの関係の試験結果は、図-4のとおりで、これによると、打撃方向とRとの関係は、供試体がモルタルの場合、打撃方向の変化とともにRも円滑に変化するが、コンクリートの場合は多少の変動がみられた。これはモルタルの品質は比較的均一であるがコンクリートの場合は打撃面下の品質が粗骨材の分布状態などによつて相異なるため、その影響で変動したものと考えられる。しかし平均的に見れば理論値と同様な傾向を示している。したがつて打撃方向の相異による補正は、表-3の理論値を用いて補正してさしつかえなからう。すなわち、(測定した $R + \Delta R =$ 水平方向のRに換算した値)とすればよい。

3-6 供試体の断面の厚さがRにおよぼす影響

試験しようとする供試体の厚さが薄いと、打撃によるエネルギーは弾性変形に変えられるためRは小さくなることが予想される。この件について合形ブロックを供試体としてN型ハンマーを用いた場合について調査した結果は、図-5のとおりである。この結果では品質の劣るコンクリート(強度の小さい)ほどRにおよぼす厚さの影響は大きい。試験に際しては、供試体の厚さは 1.5 cm



注) * 乾燥状態とは
 ○印の場合 供試体製作後4W空气中に放置したもの。
 ●印の場合 水中養生を継続した供試体を24h空气中に放置したもの。
 ** 湿潤状態とは
 ○印の場合 乾燥状態の表面に散水して、ぬれ布で20分間放置したもの。
 ●印の場合 水中養生した供試体の表面を布でふいたもの。

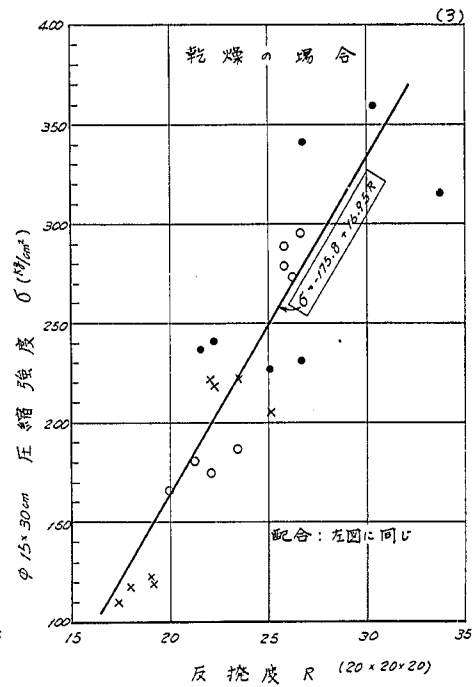
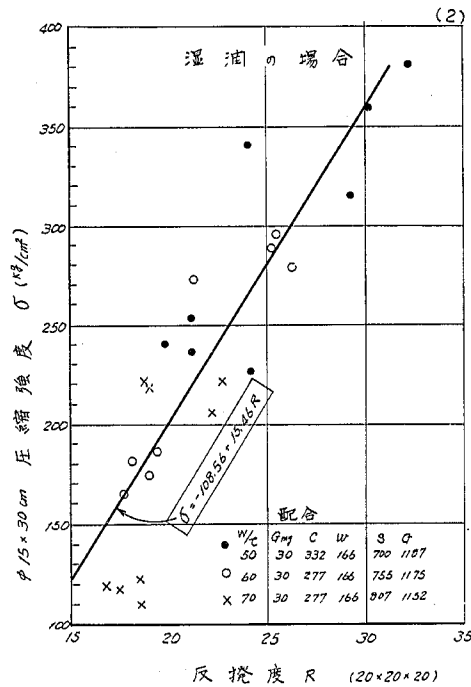
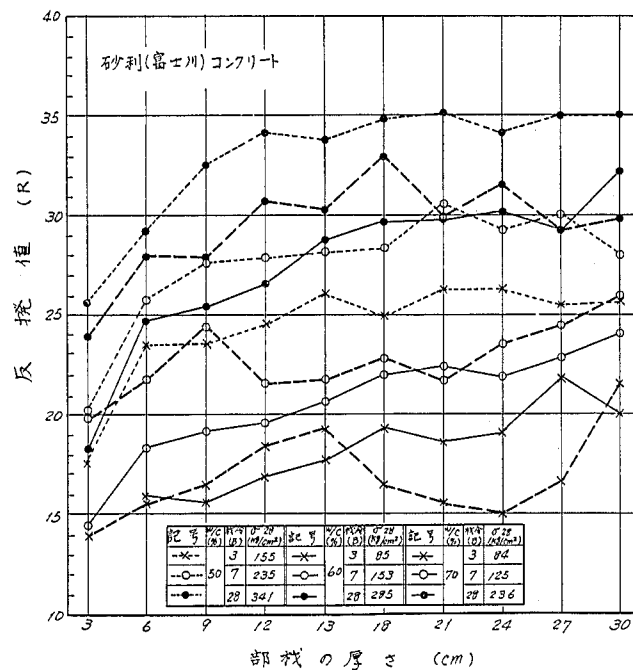
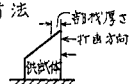


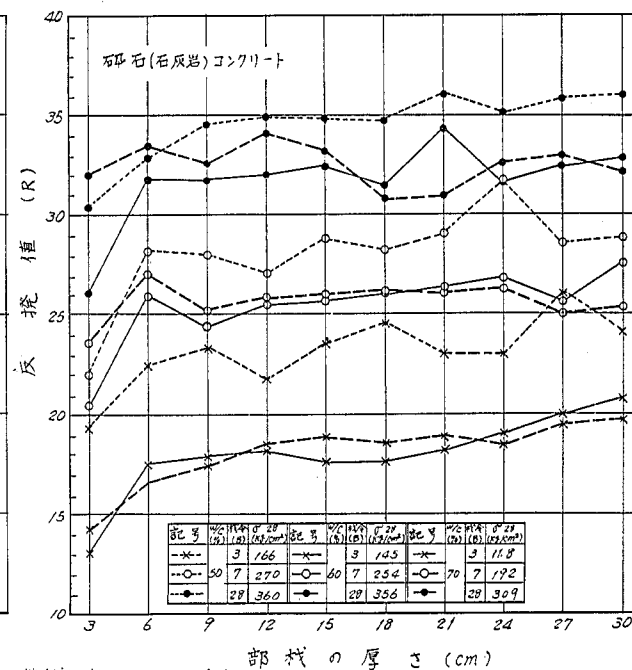
図-8 打撃面の乾湿の影響



註) 試験方法



打出面の状態
湿润
試験値
横方向20mmの平均



供試体(台形ブロック)の寸法

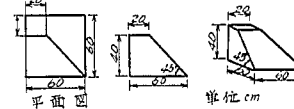


図-5 部材厚さの影響

表 - 3

(理論値)

R	傾斜角に対する補正值 (ΔR)			
	+ 9 0°	+ 4 5°	- 4 5°	- 9 0°
1 0			+ 2.4	+ 3.6
2 0	- 5.4	- 3.5	+ 2.5	+ 3.4
3 0	- 4.7	- 3.1	+ 2.3	+ 3.1
4 0	- 3.6	- 2.6	+ 2.0	+ 2.7
5 0	- 3.1	- 2.1	+ 1.6	+ 2.2
6 0	- 2.3	- 1.6	+ 1.3	+ 1.7

以上を選ぶ必要があろう。

3-7 供試体の形状がRにおよぼす影響

同一品質のコンクリートでも供試体の形状によつてRはどの程度変化するか、台形ブロック、 $15 \times 15 \times 15$ cm立方体および標準供試体によつてRと σ との関係について試験を行なつた。その結果は図-6のとおりで台形ブロックと立方体とは比較的差が少ないが、標準供試体による場合はかなりの相異が見られる。この原因は、測定面の相異(平面と曲面)の影響が大きく表われているものと考えられる。これを再確認するため行なつた試験結果が図-7であり、曲面の影響のあることが明確にわかつた。またRが大きくなるほどこの影響は大となるようである。

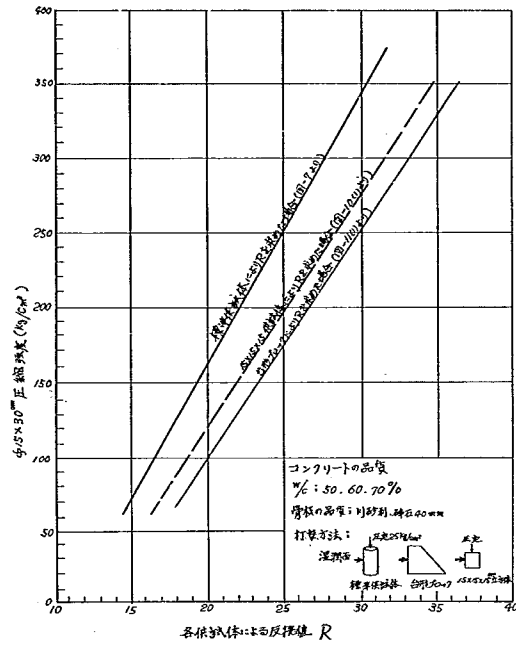
3-8 測定面のモルタル厚さがRにおよぼす影響

モルタルと粗骨材とは密度が異なるため、打撃位置におけるモルタル厚さ(表面から粗骨材に至る距離)によつてRは変動する。この影響についての調査をするためコンクリート供試体の面を打撃したのち、打撃位置を打撃方向にカッターで切断し、その切断面を観察して打撃位置のモルタル層の厚さとRとの関係をN型ハンマーについて求めた。その結果は表-4、図-8に示すとおりである。しかしこの結果からではモルタル厚さがRにおよぼす影響の程度は明らかでなかつた。

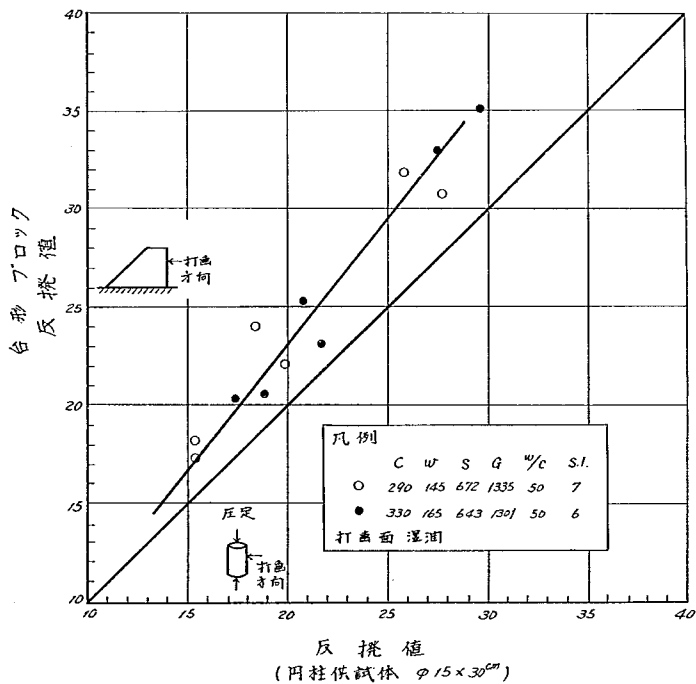
4. コンクリートの品質が反発値におよぼす影響

4-1 粗骨材の種類がRの変動におよぼす影響

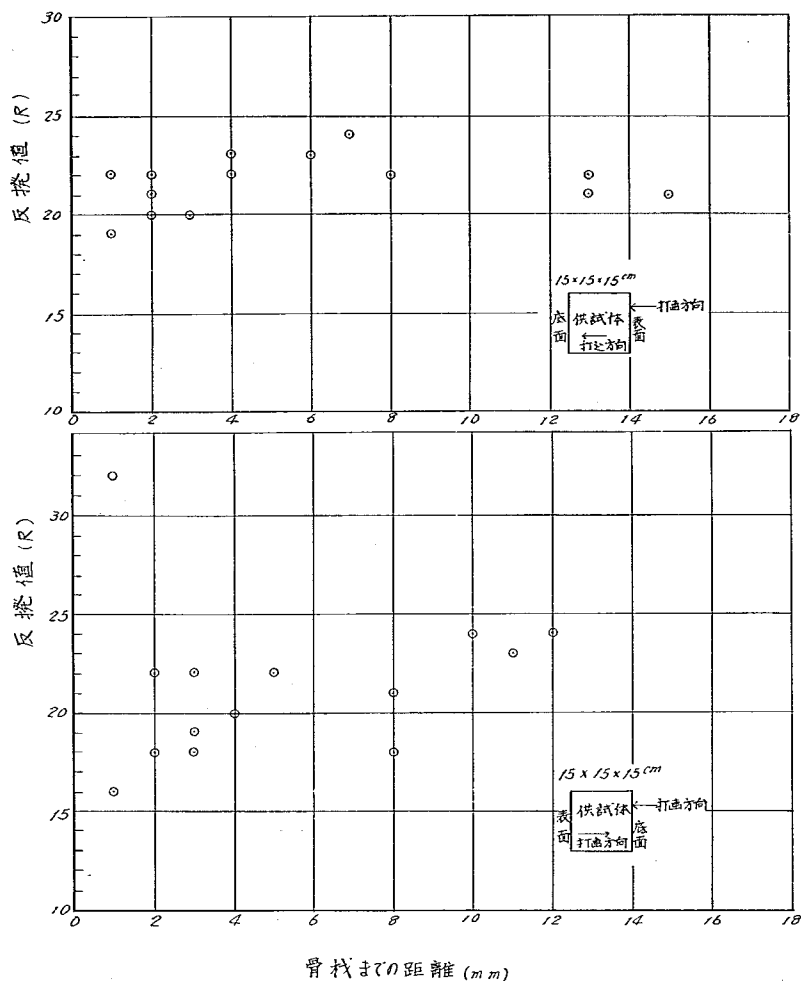
ここでは、碎石および川砂利について調査した。Rを求めるための供試体は $15 \times 15 \times 15$ cm立方体(N型およびP型ハンマーを用いた)および台形ブロック(N型ハンマーを用いた)である。結果は図-10(1)(2)、11(1)(2)のとおりで、 σ が同じ場合のRは砂利コンクリートの方が碎石コンクリートよりもN型ハンマーの場合およそ2~3、P型ハンマーの場合およそ4大きく測定された。しかし、台形ブロックでの試験結果では、その差が明らかでなかつた。



図一6 供試体の形状による影響



図一7 曲面と平面との反撥値



図一八 打撃面のモルタル厚さの影響

表-4 打撃面のモルタル厚さの影響

底 面				表 面			
番 号	反発値 R	骨材までの 距 離	骨材の径	番 号	反発値 R	骨材までの 距 離	骨材の径
		(mm)	(mm)			(mm)	(mm)
1	2 2	2	8	1	2 0	3	1 8
2	1 9	3	8	2	2 2	2	1 2
3	2 2	5	1 4	3	2 2	4	1 4
4	1 6	1	7	4	1 9	1	5
5	3 2	1	1 0	5	2 0	2	1 1
6	2 2	3	1 6	6	2 2	8	1 8
7	2 2	3	5	7	2 2	1	1 4
8	2 1	8	1 2	8	2 1	1 3	8
9	1 9	3	1 0	9	2 3	4	5
10	2 4	1 0	9	10	2 1	1 5	7
11	1 8	2	1 4	11	2 3	6	2 0
12	2 2	1 2	6	12	2 1	2	8
13	2 0	4	1 1	13	2 4	—	—
14	2 3	1 1	8	14	2 2	1 3	7
15	1 8	8	1 6	15	2 3	—	—
16	1 8	3	6	16	2 4	7	5
17	2 2	—	—	17	2 0	—	—
18	2 1	—	—	18	2 0	—	—
19	2 0	—	—	19	—	—	—

備 考	約 5 mm 以上の骨材の最短距離を計った。		コンクリートの品質	
			C : 2 9 0 アサノ普通 W : 1 4 5 S : 6 7 2 富士川 G : 1 3 3 5 { 5 ~ 1 0 2 5 % 1 0 ~ 2 5 5 0 % 鬼怒川 2 5 ~ 3 0 2 5 %	

4-2 粗骨材の最大寸法が反発値におよぼす影響

粗骨材の最大寸法が相異すると一般に単位粗骨材量が大きくなるためコンクリートは密度が増すことになる。したがって R も大と想像される。この影響について一般に多く用いられているコンクリートを対象に 25 mm および 40 mm 使用のコンクリートについて P 型および N 型ハンマーの場合で R と σ の関係を求め比較したが (図-9 (1)(2)) この範囲での差は僅少で、明確な判定をするまでに至らなかった。

4-3 水セメント比が反発値におよぼす影響

同一 σ であつてもそのコンクリートの水セメント比が異なる場合の R におよぼす影響について行

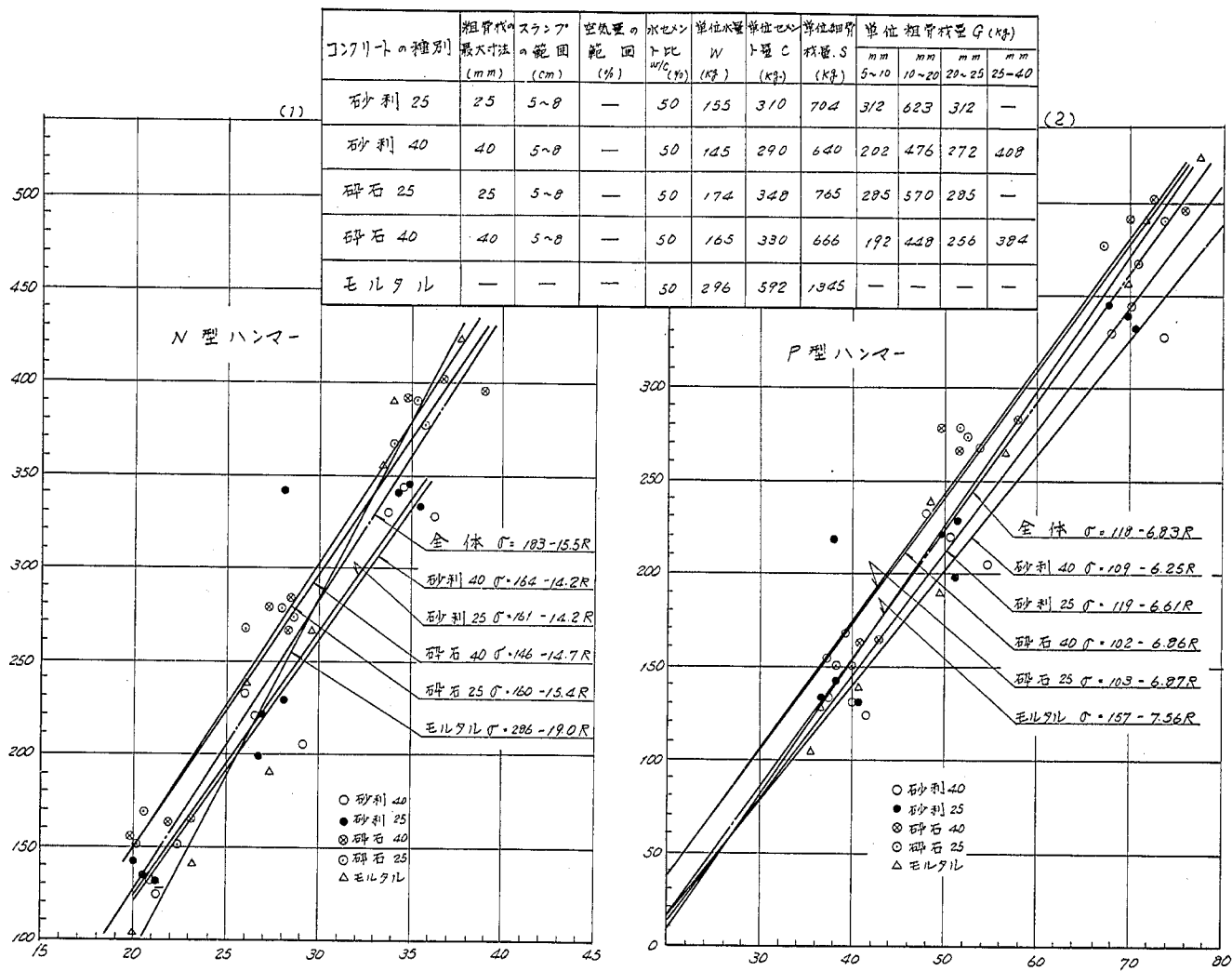


図-9

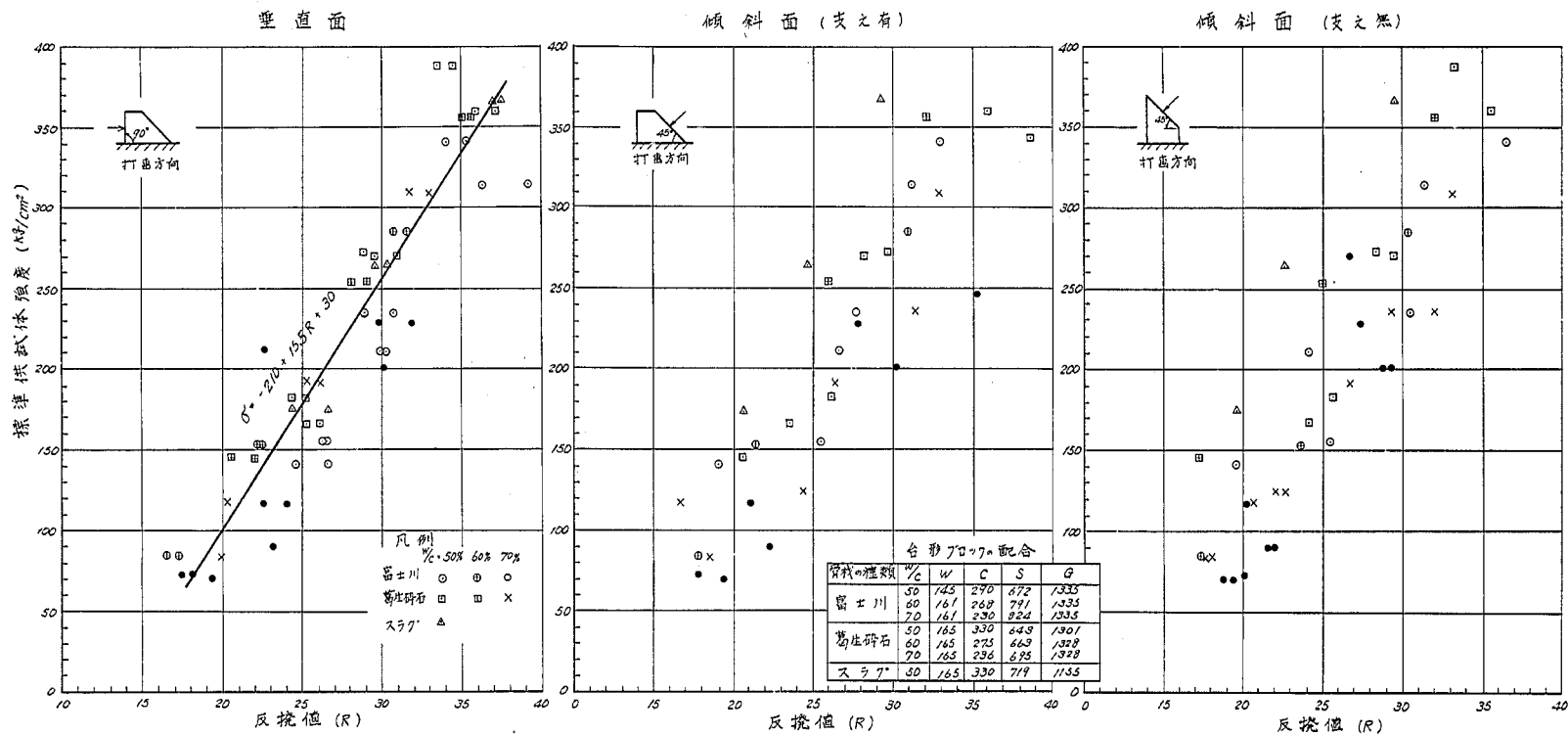


図-10 台形ブロックのRと標準供試体強度

なつた実験結果は、図-11 (1)(2)のとおりで、この結果から水セメント比によるRの変化におよぼす影響については明確な差はみうけられなかつた。

図-12は、いままでの実験より得られた結果をセメント水比とRとの関係を整理したものであるがコンクリートの品質が同一の場合相関性は比較的高いが、各種の品質を合わせて結果を求めるとかなり変動が大きい。

4-4 現場への適用例

実構造物が柱の様に高さ方向に長い場合、これを一度に製作すると打込むコンクリートの品質が同じであつても上方に行くにつれてブリーディングなどの影響によつて品質に変化が起る。この程度をN型ハンマーで測定した結果は、図-13のとおりでいずれの場合(施工高さ4m~1m)も上層の方がRは小さくまたコンクリート強度が低下していることがよくわかる。この実験から得た柱の反発値とコア強度との関係を示すと図-14のようである。この場合反発値は乾燥状態で求めコア強度は採取後硫黄キヤッピングを行ない48時間水中に浸したのち強度試験を行なつたものである。この試験でのRより σ の標準誤差は 30 kg/cm^2 であつた。

5. その他の特性値相互の関係

5-1 動弾性係数と反発値との関係

標準供試体の動弾性係数(JIS規定)を測定後その供試体の側面(曲面)のRを求め、両者の関係を求めた結果は図-15のとおりであつた。

5-2 打撃面の損傷の程度

ハンマーはある大きさの衝撃をコンクリート面に与えるためコンクリート面の損傷はまぬがれない。このため、場合によつては打撃面を選定することもありうる。このためハンマーの衝撃によつて生ずる損傷の程度を、そのくぼみの深さによつて表わしてみた。その結果は表-5、図-16の

表-5 ハンマーの衝撃によるくぼみの深さと反発値

材令 ハンマー コンクリート 機 材	3 日				7 日			
	N 型		P 型		N 型		P 型	
	h_N	R_N	h_P	R_P	h_N	R_N	h_P	R_P
砂利 40 mm	4 2.5	2 0.8	1 8.8	3 7.4	2 9.2	2 6.6	1 1.2	5 0.7
砂利 25 mm	3 6.3	2 0.0	1 5.0	3 8.3	3 0.7	2 6.8	1 4.0	4 9.5
碎石 10 mm	3 8.5	1 9.9	1 8.8	3 7.3	2 6.3	2 8.4	1 0.0	5 1.5
碎石 25 mm	3 6.0	2 0.1	1 5.0	3 8.1	2 7.7	2 8.6	9.0	5 2.7
モルタル	4 4.3	2 0.0	2 6.2	3 5.4	3 3.8	2 6.2	1 3.0	4 8.3
備考 h_N : N型ハンマーによるくぼみの深さ(1/100 mm) h_P : P型ハンマーによるくぼみの深さ(1/100 mm) R_N : N型ハンマーの反発値 R_P : P型ハンマーの反発値								

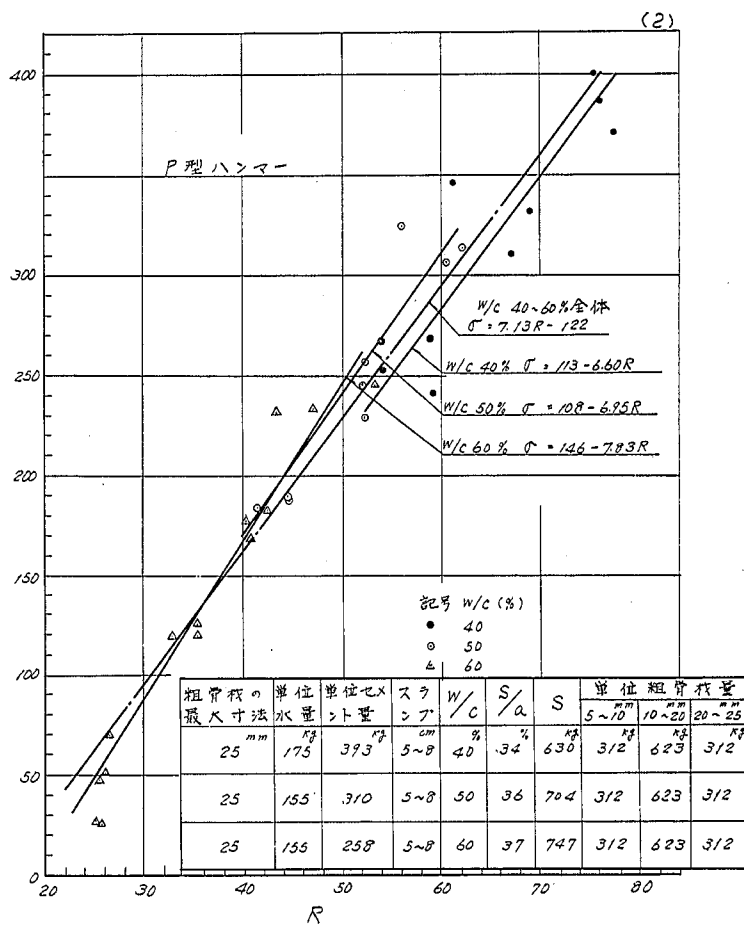
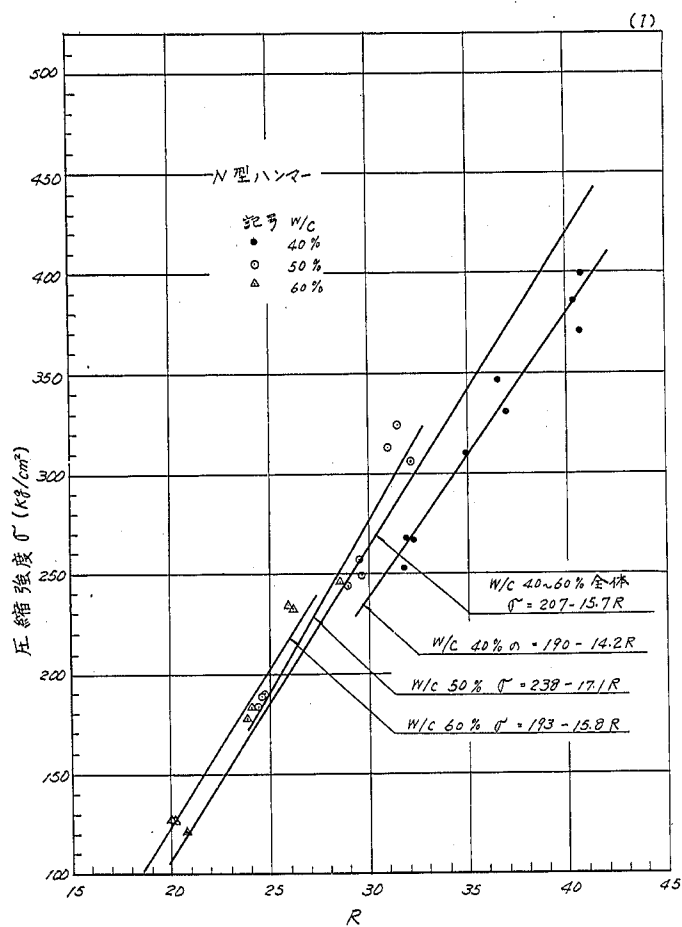


図-11

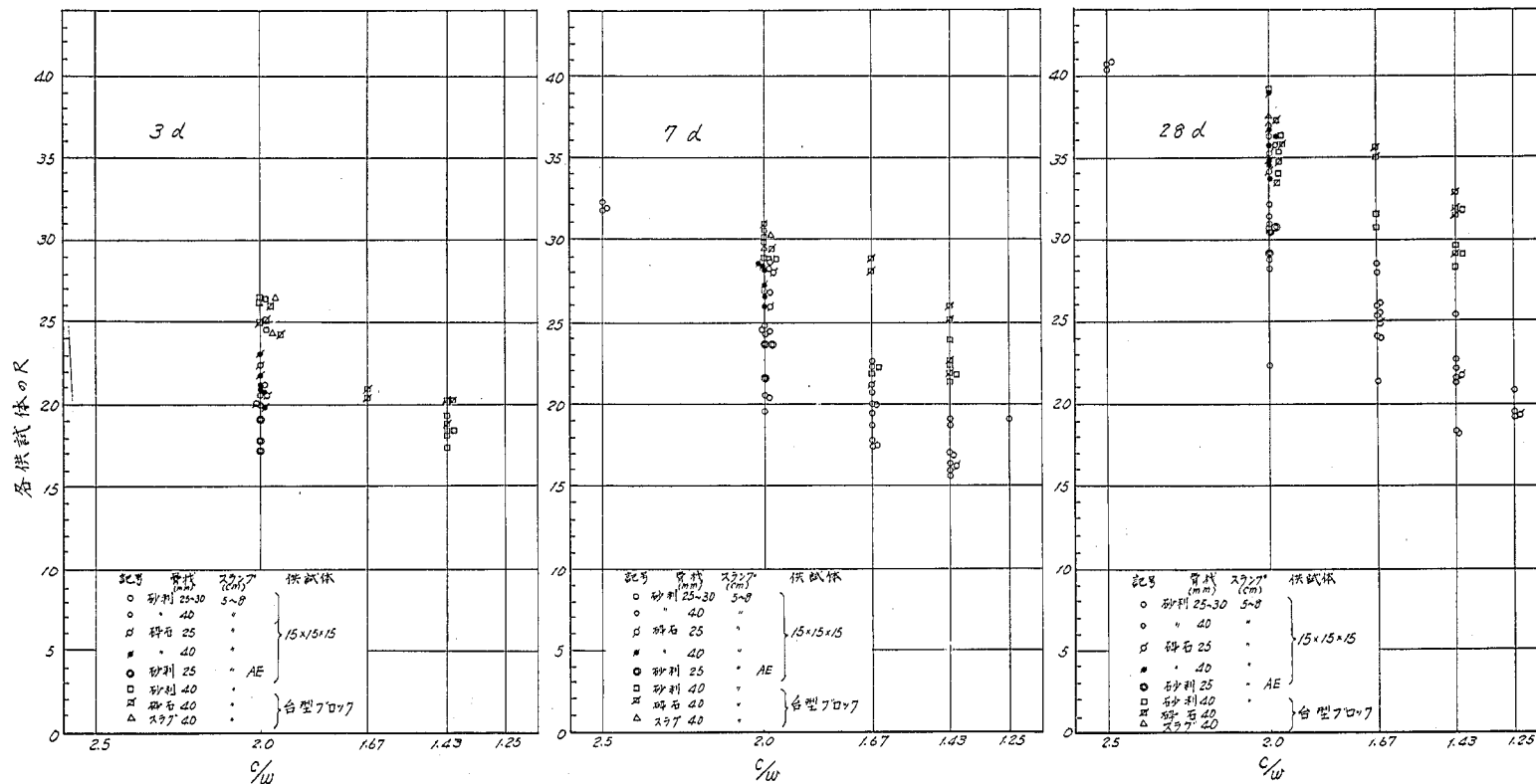


図-12 C/WとRとの関係

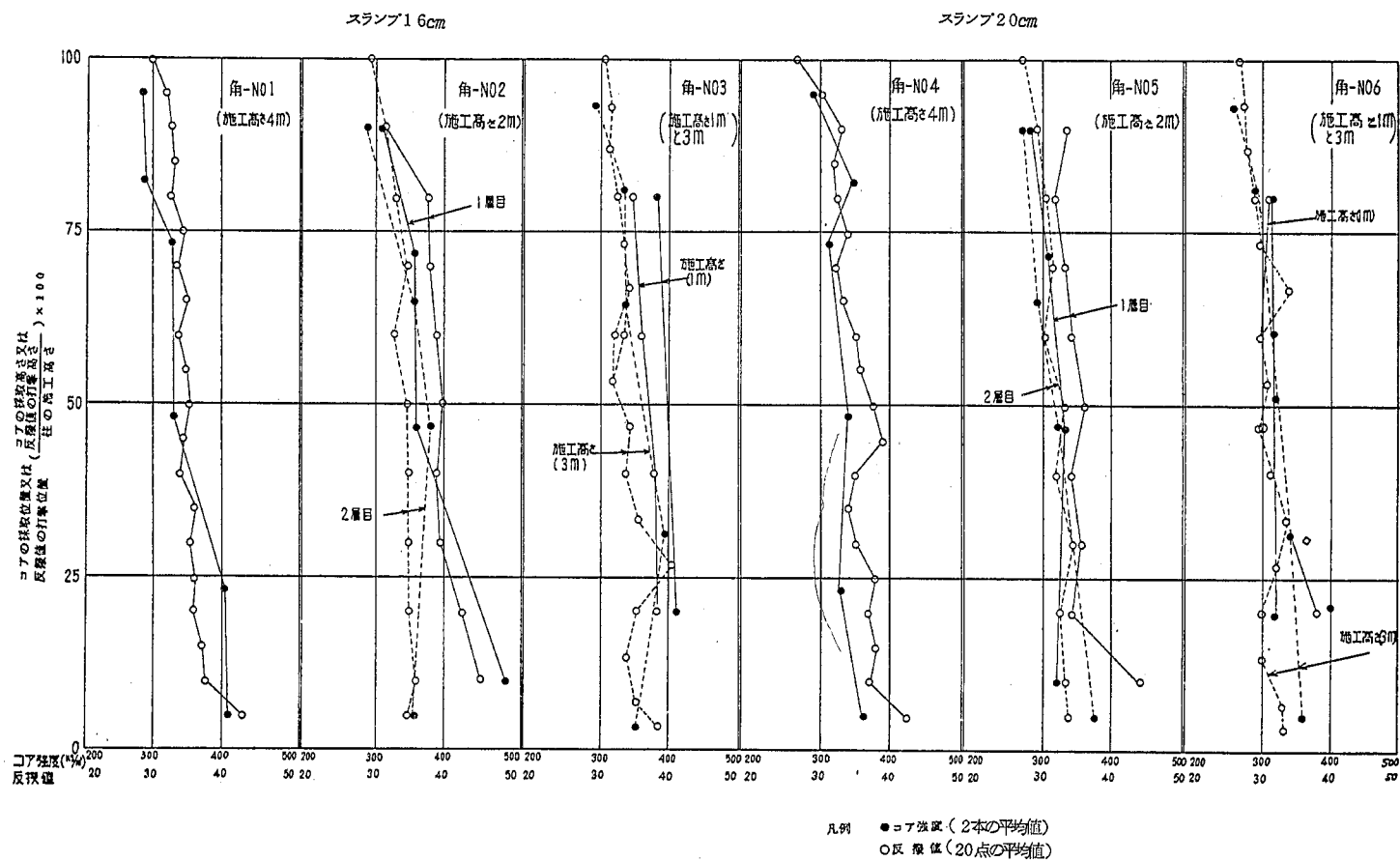


図-13 コア強度とN型ハンマーの反跳値

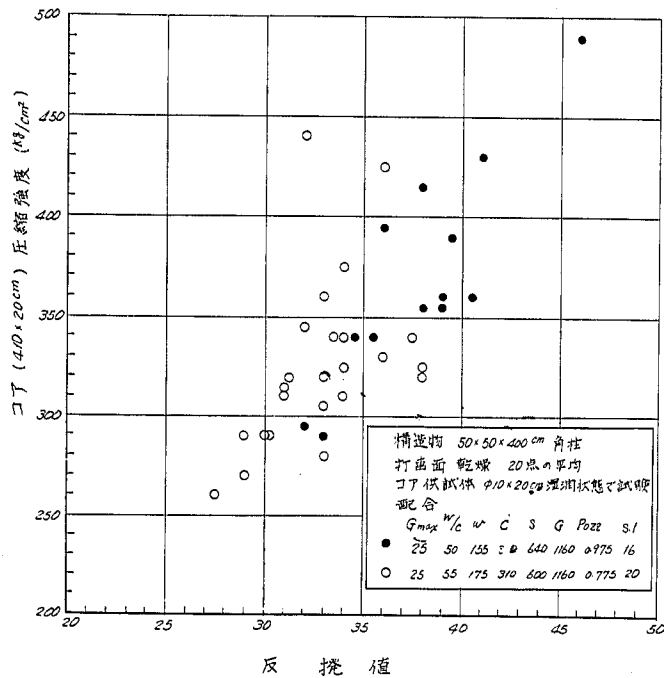


図-14 Rとコア強度との関係

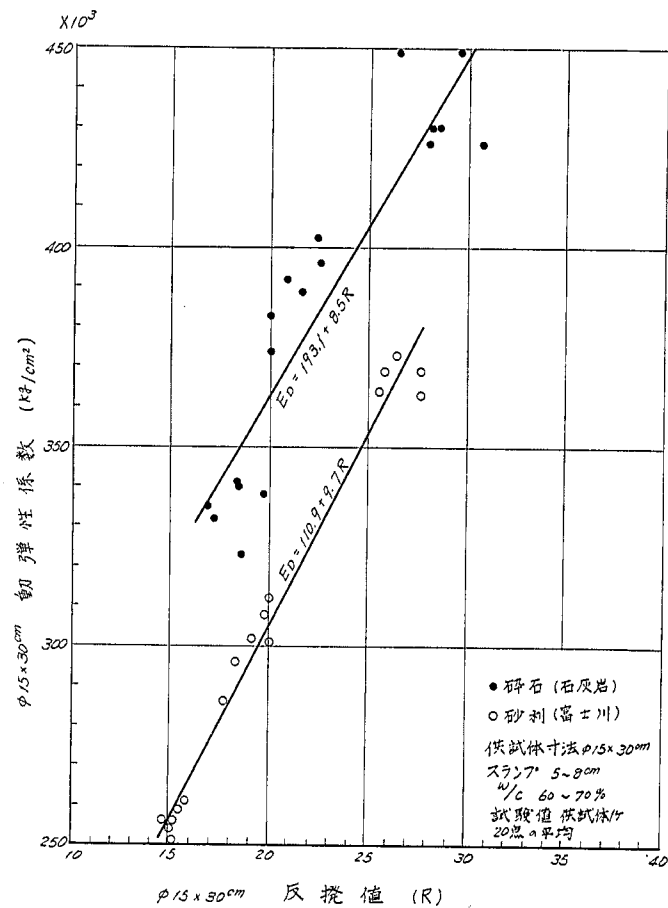
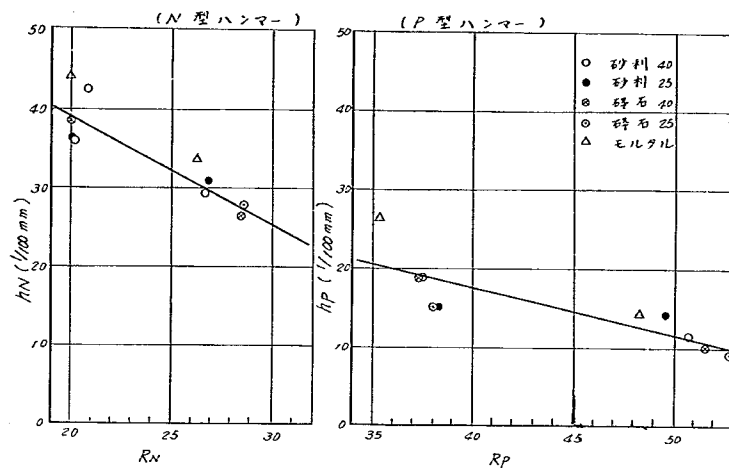


図-15



図一 16 ハンマーの衝撃によるくぼみの深さと反撥値

とおりである。くぼみの深さの測定は $1/100$ mm のダイヤルゲージを用いておこなった。

この結果、くぼみの深さはN型ハンマーの場合、Rが20程度で0.5 mm、30程度で0.25 mm、P型ハンマーの場合、Rが35程度で0.2 mm、50程度で0.1 mmであつた。(この場合N型ハンマーのR20はP型ハンマーのRおよそ30に、30はおよそ50に相当する)

6. 既発表の反発値と圧縮強度との関係

Rと σ との関係については、相当以前より各研究者によつて多くの発表があり、参考のため示すと表一6のとおりである。また本報告で述べた結果を整理すると表一7のとおりである。

$\sigma = A + BR$		方 法	発 表 者
A	B		
-184	13	材令 3d~1y $W_c = 48 \sim 80\%$ $\Rightarrow R \sim \sigma$	日本材科学会, 実施コンクリート強度判定委員会
-405	19.3	舗装版 $\frac{1}{4}$ ~ コア強度 $\phi 14 \text{ cm}$ $R \sim \sigma$ 40h 湿	東京都建設局 片野洋 第4回道路会議
-94.2	15.12	" ~ $\phi 15 \times 30 \text{ cm}$ $R \sim \sigma$	
$F = 0.36R^2 - 1.07R - 40.6$		$W_c = 40 \sim 90\%$ スランプ 15~22cm $\Rightarrow R \sim \sigma$	都 建築材料検査所 大場・山本 35年技報
$F = 0.0650R^2 + 6.95R - 57.0$		$W_c = 50 \sim 83\%$ $\Rightarrow R \sim \sigma$ 乾湿 $\sim \sigma$	神戸大 木村 31年技報
$F = 0.0485R^2 + 12.6R - 146$		各種セメント総合 $\Rightarrow R \sim \sigma$ 立方体	京大 坂 30年技報
-321	17.0	$W_c = 30 \sim 50$ かた練り $\Rightarrow R \sim \sigma$ 立方体 σ	京大 坂 六車 安井 36年技報
12.7	0.816	" やわ練り $\Rightarrow$ "	
-249	13.9	$\Rightarrow R \sim 15 \times 30 \sigma$	
-220	14.0	$\Rightarrow R (20 \times 20 \times 20) \sigma 15 \times 30 W_c = 30 \sim 70$	立命館大 明石 大学研究所記要2号
-330	17.8	$\Rightarrow " (20 \times 20 \times 15) "$ 1:1:1 1:4:4	
-215	15.2	$\Rightarrow " (20 \times 20 \times 10) "$	
-188	19.1	$\Rightarrow " (20 \times 20 \times 5) "$	
-142	13.2	$\Rightarrow " (20 \times 20 \times 20) " \{ W_c = 40 \sim 60$	
-284	16.3	$\Rightarrow " (20 \times 20 \times 20) " \{ W_c = 40 \sim 60$	
62.7	11.5	日本セメント研究所の式	都, 建設局高橋, 都立大小林

技報: セメント技術年報

表-6 既 発 表 の R と σ と の 関 係

$\sigma = A + BR$		方 法
A	B	
-109	15.5	$\Rightarrow (20 \times 20 \times 20)$ 湿潤面 $W_c 50, 60, 70\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 30mm
-176	17.0	$\Rightarrow (20 \times 20 \times 20)$ 乾燥面 $W_c 50, 60, 70\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 30mm
-204	18.3	$\Rightarrow (\phi 15 \times 30)$ 湿潤面 $W_c 50, 60, 70\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 40mm
-188	18.4	$\Rightarrow (\phi 15 \times 30)$ 湿潤面 $W_c 50, 60, 70\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 砕石 40mm
-164 (-109)	14.2 (6.3)	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c: 50\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 40mm
-167 (-119)	14.2 (6.6)	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c: 50\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 25mm
-146 (-102)	14.7 (6.9)	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c: 50\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 砕石 40mm
-160 (-103)	15.4 (6.9)	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c: 50\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 砕石 25mm
-210	15.5	$\Rightarrow$ (台形ブロック) 湿潤面 $W_c 50, 60, 70\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 砕石 40mm
-229	17.1	$\Rightarrow 45^\circ$ (台形ブロック) 湿潤面 $W_c 50, 60, 70\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 砕石 40mm
-207 (-122)	15.7 (7.1)	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c 50, 60, 70\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 25mm
-183 (-121)	15.7 (7.6)	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c 50\%$ $\sigma: \phi 15 \times 30$ 川砂利 25mm AEコンクリート
-33	10	$\Rightarrow (50 \times 50 \times 400)$ 乾燥面 $W_c 50, 55\%$ $\sigma: \phi 10 \times 20$ コア 川砂利 25mm AEコンクリート
-168	15.5	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c 50, 55, 60, 65, 70, 75\%$ $\sigma: \phi 5 \times 10$ モルタルの $\sigma (0 \sim 250 \text{ kg})$
-425	26.0	$\Rightarrow (15 \times 15 \times 15)$ 湿潤面 $W_c 50, 55, 60, 65, 70, 75\%$ $\sigma: \phi 5 \times 10$ モルタルの $\sigma (200 \sim 400 \text{ kg})$

備 考 () の数字は P 型ハンマーの場合

表-7 本 報 告 に 示 し た R と σ と の 関 係

7. あとがき

本報告は前述のように、とりまとめは不十分であるが資料の散逸を恐れて中間時に試験結果の集録を行なったものである。

コンクリートの品質と反発値との関係は以上の資料から明らかであるが、反発値は強度に比較してバラツキの多いことも事実である。

強度試験に代る尺度として、試験の簡便さから反発値を用いることは今後もひきつづき検討を必要としようが、この報告が、その基礎資料となることを期待します。

なお、この試験は上野裕康、荒川直樹が担当して行ない、とりまとめたものである。