

立命館大学理工学部 正員 明石外世樹
立命館大学大学院 理工学研究科 学生員 上田 敏也

1. まえがき

コンクリートの物理的性質のうち、最近重要視されている衝撃に対する抵抗性を調べるために、引張、曲げの衝撃時の挙動を各面より測定したものである。直接コンクリートに、引張、曲げの衝撃を与え、ストレインゲージを用いてメモリスコープ、静電計等を通して衝撃回数と共に、動歪の変化、または残留歪の変化がどのようなになるのか、そして静的強度と衝撃抵抗との関係はどのような傾向を示すかを測定したものである。

2. 衝撃試験装置および測定器

引張衝撃試験装置は図-1のように、供試体を鉄棒によりつり下げ落高30cm、重量5kgの重錘を落させて純引張衝撃力を与えた。

曲げ装置は3点負荷重方法によって、中央載荷板にナス型1kgの重錘を落させたものである。

衝撃歪および残留歪の測定で、引張の場合にはKP-70-AIゲージも、平均的歪を得るために両側面にはり、曲げ用にはKP-20-AIゲージを底面に1枚はった。ゲージ出力は岩崎通信機製アリアンプファイア-ST-06-A(周波数帯域DC~6kHz)を通じメモリスコープ(MS-5013)で測定した。残留歪は新興通信製PS7-LT静電計を使用して測定をおこなった。

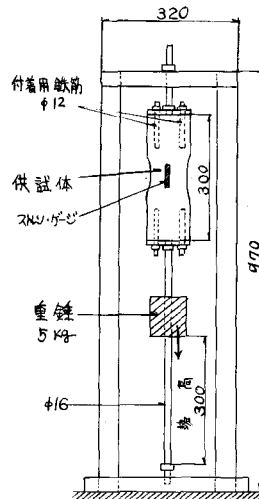


図-1. 引張衝撃試験装置

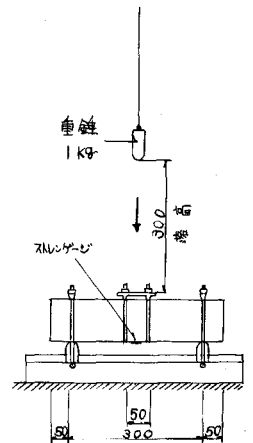


図-2.

曲げ衝撃試験装置

3. 供試体および配合、材令

引張用供試体は図-1のゴとく10×10×30で中央断面に各々1cm長さ10cmの曲線型の切欠けを付けまた、両端に深さ8mmに至る付着用鉄筋(φ12)を1端につき4本挿入した。これに鉄板をはめナットで固定して、これを鉄棒をさし込んでつり上げられるようにしたのである。

曲げ用は、10×10×40の角柱供試体である。

材令は14日、28日の2種で恒温水中養生20℃をほどこし、2日間空中乾燥をおこなった。粗骨材は砂利と碎石を用いた。

	MS	W	C	W/C	S/A	S	G
A	15	180	300	60.0	47	856	972
B	15	180	350	51.4	46	819	967
C	15	180	400	45.0	45	785	959

4. 動歪および残留歪と衝撃回数の関係

表-1. コンクリートの示方配合

動歪と衝撃回数の関係は供試体の中央部(ゲージ内)で破壊した場合、例(図-3)のゴとく衝撃1回毎の歪れ量は小さく、動歪は徐々に増加していきある値に達すると急に歪が増加し、ついに破壊に達する。残留歪と衝撃回数との関係についても同様な事がいえる。例(図-4)に示す。以上の傾向は引張試験、曲げ試験両方共に共通していえる。これは衝撃によって残留歪が積み重ねられ、これを動歪が

累加され、ある値に達した時に破壊が起るようになる。だから曲線の勾配が急激に変化している所では、もはや内部的にコンクリートは破壊しているものと考えられよう。

曲線の変化が起ってから外部にヒビワレが現われるのは、引張では大体30回位曲げでは60回位と観測された。引張試験においてはヒビワレが発生するとすぐに切断に至る。これはこの試験方法の1つの利点といえよう。

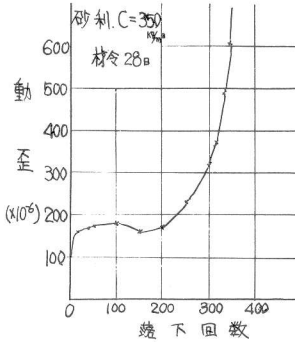
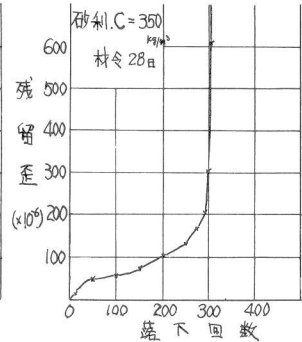


図-3. (曲げ衝撃試験の1例) 図-4



5. 静的強度と衝撃抵抗の関連性

静的強度と繰下回数との関係は、供試体の数も少なく、バラツキもあって確かな事はいえないが、実験範囲内において、ほぼ平行性があり、静的強度が増すにつれて、衝撃抵抗は急速に大きくなり、もはや衝撃力を増さなくては破壊しなくなる時があるようである。

6. 歪波形の特徴

引張試験と曲げ試験による歪波形の差相が異なるのは試験方法の相違によるものと思われる。曲げ衝撃試験では衝撃回数の少いときには、弾性的挙動を示して圧縮歪も多く出るが、破壊に近づくにつれて、内部組織が破壊し引張歪のみが急速にのび可視的ヒビワレの発生となる。

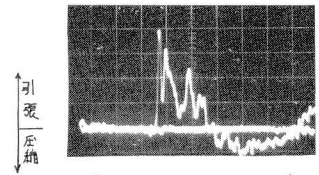


Figure 5: Strain waveform (歪波形) for a tensile test (引張). The waveform shows a sharp peak followed by a rapid decay, indicating a brittle failure.

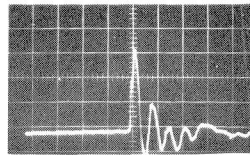


Figure 6: Strain waveform (歪波形) for a bending test (曲げ). The waveform shows a sharp peak followed by a rapid decay, indicating a brittle failure.

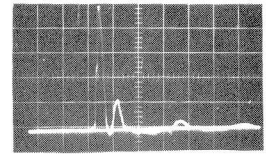


図-6. 曲げ衝撃試験による歪波形

7. 動歪、残留歪、静的降伏歪の関係

衝撃を繰り返し加えると、ついに破壊に達するのであるが、その間の歪量は、残留歪と動歪の和として表わされる。その全ひずみ量が静的試験の応力-ひずみ曲線から求めた降伏ひずみの値の α 値または、それ以上になった

養生	14日						28日					
	砂利			砕石			砂利			砕石		
セメント量	300	350	400	300	350	400	300	350	400	300	350	400
降伏歪	90	100	110	90	90	98	100	118	115	102	100	110
残留歪	13	26	35	23	35	20	30	15	20	25	18	30
動歪	85	92	80	80	85	110	120	108	96	90	90	130
α の値	1.1	1.2	1.0	1.1	1.3	1.3	1.5	1.0	1.0	1.1	1.1	1.5

表-2 $\alpha = \text{残留歪} + \text{動歪} / \text{静的降伏歪}$

とき、組織破壊があらにすぎずに(4)で述べたような現象があらるものと考えられる。すなわち衝撃時の強度は静的曲げ強度の α 値以上であると考えられる。この差について著者の1人は、静的強度の載荷速度は $10 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ である。衝撃試験時は、ほぼ $2 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ となっており、イギリスの Road Research Laboratory の実験式 $G = B + 3.71 \log R$ があくまで成立するとすれば 20 kg/cm^2 だけ衝撃時の強度が上昇していることによると述べている。引張の実験によれば供試体の数も少なく、バラツキも少ないが、表2のようにほぼ α の値は1~1.5を得た。