

衝撃疲労によるコンクリート表層の損傷に関する基礎的研究

防衛大学校 学生会員○和泉 雄也, 正会員 黒田 一郎

1. はじめに

洪水に含まれる岩石によってダムの洪水吐や排水路などのコンクリートが損傷・損食する事例が多くみられる。損傷の著しいダムは、僅か数年でコンクリート表層の損傷が数mの深さで生じて補修を必要とする。コンクリート表層の損傷性状と、岩石の衝突は密接な関係にあるはずであるがその詳細は未解明な点が多い。そこで、本研究では、岩石の代わりに鉄球を使用した数百回に至る繰り返し衝突実験により表層の損傷に関する基礎的な検討を行った。

2. 実験概要

供試体は無補強の高強度コンクリートで一辺450mmの立方体である。供試体の高強度コンクリートは早強ポルトランドセメントを用いて表-1に示す配合条件で作成した。

実験方法は重錘を所定の高さから自由落下させて衝撃荷重を載荷する(打撃する)落下衝撃実験である。重錘は鉄球であり質量8.0kgの重錘Aと質量4.2kgの重錘Bの二種類を使用した。供試体と重錘を写真-1に示す。落下パターンは落下高さを常に一定にして1分間に4回の間隔で重錘を繰り返し落下させて床に固定した供試体上面の中央に衝突させた。実験ケースを表-2に示す。実験ケースの最初のアルファベットは使用した重錘を表し、続く三桁の数字は落下高さ(mm)を表し、最後の数字は同一ケースでの通し番号である。

測定項目は重錘に取り付けた加速度計による加速度と衝撃によってコンクリート表面に生じる欠損部の寸法である。加速度の時系列波形のピークの値に重錘の質量を乗ずることによって衝撃力を求めた。欠損部の寸法はノギスを使用して長径、短径、深さ d を計測した。欠損部の形状を円錐と仮定した上で、その直径を長径と短径の平均値として欠損部の体積(損失体積 V と定義する)を計算した。

3. 実験結果

図-1に打撃回数 n と損失体積 V の関係を、図-2に打撃回数 n と欠損部の深さ d の関係をそれぞれ示す。打撃回数 n に比例して損失体積 V が大きくなることが確認できる。一方の深さ d は、打撃回数 n に比例して深さが比例して大

きくなるのではなく、打撃回数 n が大きくなるに従い、深さの増分が小さくなっていった。打撃1回あたりの重錘運動エネルギーがほぼ等しいB440とA220を同じ打撃回数 n で比較すれば、損失体積 V は、打撃回数320回で約5倍、640回で約3倍、B440の方が大きくなっている。また、損失部の深さ d は、打撃回数320回、640回のいずれでもB440の方が約2倍大きくなっている。即ち、打撃1回あたりの重錘運動エネルギーが同じであっても重錘質量が小さくて落下高さが大きい方が、損失体積 V 、深さ d ともに増大することがわかる。

次に、図-3に累積重錘運動エネルギーと損失体積 V の関係を、図-4に累積エネルギーと深さ d の関係をそれぞれ

表-1 示方配合

G _{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 A
			W	C	S	G	
20	40	46.3	160	400	825	958	3.24



写真-1 供試体と重錘

表-2 実験ケース

実験ケース	重錘質量 (kg)	落下高さ (mm)	衝撃一回あたりの 重錘の運動 エネルギー(J)
A440#1	8.0	440	34.5
A440#2	8.0	440	34.5
B440#1	4.2	440	18.1
B440#2	4.2	440	18.1
A220#1	8.0	220	17.2
A220#2	8.0	220	17.2

キーワード 損傷・損食, 表面損傷, 衝撃, 繰り返し載荷

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 電話 046-841-3810 E-mail: ikuroda@nda.ac.jp

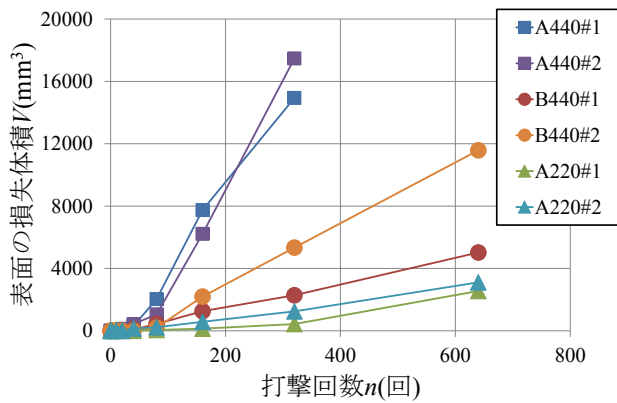


図-1 打撃回数－損失体積関係

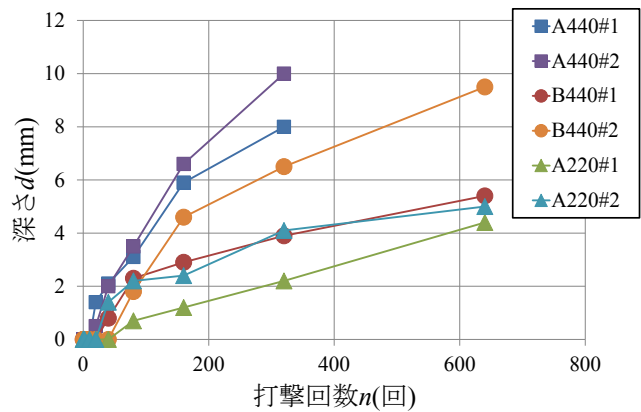


図-2 打撃回数－深さ関係

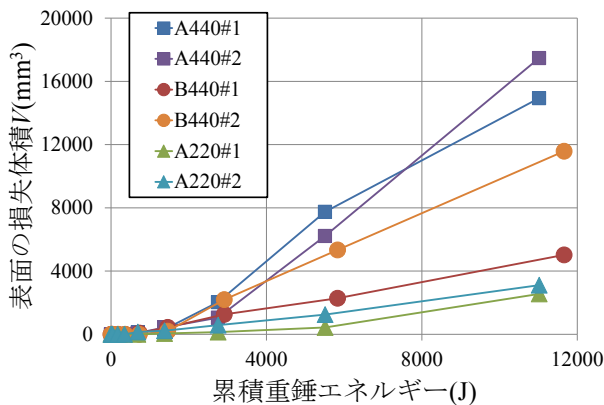


図-3 累積重錘エネルギー－損失体積関係

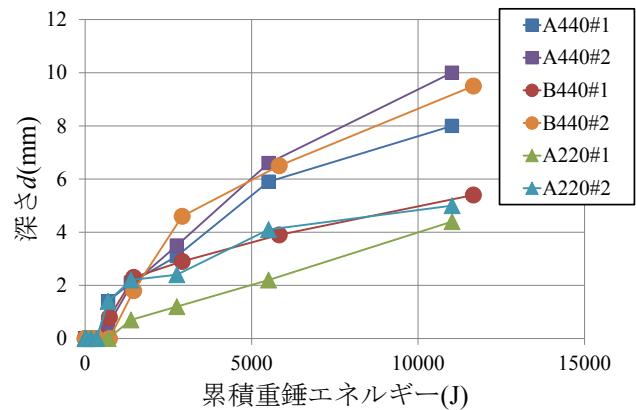


図-4 累積重錘エネルギー－深さ関係

れ示す。A440とA220は同一の重錘を使用しており、A440の落下高さはA220の2倍である。そのため、A220の打撃でA440と同じ累積重錘運動エネルギーに達するためには2倍の打撃回数 n が必要となる。このような前提のもと、同じ累積重錘エネルギーにてA440とA220を比較すれば、損失体積 V は、累積重錘運動エネルギーが約5500Jに達した時点で約8倍、約11000Jで約6倍、A440の方が大きくなっている。そして、損失部の深さ d は、累積重錘運動エネルギーが約5500J、約11000JのいずれにおいてもA440の方が約2倍大きくなっている。同じ重錘を用いて、異なる落下高さから落下させた場合、累積重錘エネルギーを同一に揃えても落下高さが大きくて打撃回数 n が少ないA440の方が、損失体積 V 、損失部の深さ d の両面においてコンクリート表層に与えたダメージが大きかった。

図-5に打撃回数 n と衝撃力(#1と#2の平均)の関係を示す。打撃回数 n が少なく、供試体表面が平滑な時には、衝撃力は80～110kNの間に収まっているが、打撃回数 n が40回を超えて、供試体表面の損失が進行すると、供試体の中に含まれる骨材が露出して重錘に直接接触することの影響により測定された衝撃力の値がばらつく傾向を示し

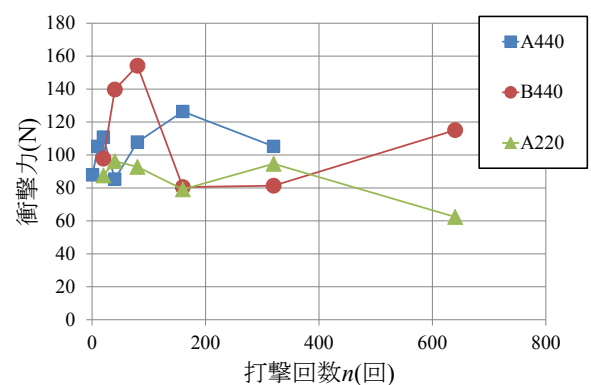


図-5 打撃回数－衝撃力関係

ている。

4. まとめ

損失体積や深さは、打撃1回当たりの重錘エネルギーが等しい場合は、重錘質量が小さくて落下高さが大きい方が大きくなる。また、同一の重錘を使用して落下高さを変化させ、累積重錘エネルギーが等しい条件で比較すれば、打撃回数が多くて落下高さが小さいケースよりも、打撃回数が少なくて落下高さが大きいケースの方がコンクリート表面の損傷程度は大きかった。