衝撃疲労によるコンクリート隅角部の損傷に関する基礎実験

防衛大学校 学生会員〇山田 健斗,正会員 黒田 一郎,堀口 俊行

1. はじめに

コンクリートダムの水吐や砂防ダムにおいては,越流状態において水流に混入した礫の繰り返し衝突が生起 する.その際,礫衝突による擦過と思われる摩耗が生じ,その対策の検討がなされている¹⁾.著者ら²⁾は,繰り 返して作用する衝撃力によるダメージの蓄積がコンクリートの損食に及ぼす影響についての研究を行ってい る.そこでは基礎的段階として平面への礫衝突を前提としたものであり,現場で生起している摩耗とは異なる 現象であった.そこで,本研究は周期的に重錘を落下衝突させる装置を用いて,無筋コンクリートブロック供 試体の隅角部に対する繰り返し衝撃(衝撃疲労)実験を行い,コンクリート隅角部の損傷性状について調べた ものである.

2. 実験の概要

実験で使用した供試体は、水セメント比 40%、60%の無筋コンク リートの立方体ブロックであり、一片の長さは W/C40 %で 450 mm、 W/C60 %で 300 mm である. コンクリート強度は、W/C40 %で 64.1 N/mm²、60 %で 35.5 N/mm² である. 重錘は重量 10.6 kg、先端の曲 率 80 mm の鋼製である. 重錘は遊星カム機構による連続落下装置 によって 15 s 間隔でコンクリート供試体を上下に繰り返し落下衝 突される. 重錘の落下位置を常に定まった位置に制御するために重 錘固定用ガイドを設けている (図-1 参照).

本実験は面への落下衝撃ではなく,隅角部への衝撃の影響を調べることを目的としている.落下させる位置は,供試体の辺から 20 mmの位置とし,表-1 にフェイズごとの実験ケースを示す.この位置に コンクリートが剥落するまで繰り返し衝撃力を加えた.この過程を フェイズ1と呼ぶ.コンクリートが剥離したのち,落下させる位置 を辺から更に 20 mm遠ざけ,衝撃荷重を繰り返し作用させた(フェ イズ2).重錘によって破壊されて失われたコンクリート体積(損失



剥離による 累積重錘 剥離に至るま 供試体の辺から エネルギーΣE 損失体積 での衝突回数 W/C 実験 衝突位置までの距離(mm) (回) (J) (cm^3) ケース (%) ph. I ph. II ph.III ph. I ph. I ph. II ph. I ph. II ph. II 40%1-1 40 20 40 60 2 91 2102 32.89 225.32 46 40 40%1-2 40 4 183 24.04 268.28 20 60 35 1600 40 60%1-1 60 20 60 5 28 229 1280 42.248 178.22 60%1-2 60 20 40 _ 15 _ 686 _ 122.52 ph.I:フェイズ1, ph.II:フェイズ2, ph.III:フェイズ3

表-1 実験ケースの一覧

キーワード 衝撃疲労,衝撃,繰り返し載荷,損食,コンクリート,隅角部

連絡先 〒239-0811 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 電話 046-841-3810 E-mail: ikuroda@nda.ac.jp

体積 V_E)を点高法の長方形公式に基づき算出した. 表-1 にフェイズごとの実験ケースを示す.

3. 実験結果および考察

フェイズ1においては、2回~15回の衝撃回数で隅角部の剥離が生じた.その後、落下位置を変更した後の フェイズ2においては、衝撃回数28回~46回でフェイズ1での剥離領域を含む広い領域の剥離が生じた.表 -1にこれらの実験結果を併記する.実験ケース60%1-2のフェイズ2では、50回まで落下させたが、重錘衝 突位置のコンクリートの粉末状の摩耗が進行するだけで、剥離現象には至らなかった.それ以外の供試体は、 フェイズ2にて剥離が生じた後にフェイズ3として、供試体の辺から60mmの位置へ落下衝突させたが、60% 1-2供試体のフェイズ2と同様に衝突位置の摩耗による窪みが生じ、それ以降100回以上衝突させても剥離が 生起しなかった.

点高法によって定量化した剥離部の形状を図-2~図-5 に示す.黒の線は、コンクリートブロック供試体であり、緑の線がフェイズ1での剥離面、赤の線がフェイズ2での剥離面となっている.これらの図よりフェイ

ズ1,フェイズ2となるにつれて剥離面の 勾配が緩やかになっていることがわかる. また,剥離部の形状に対して水セメント比 による顕著な特徴は現れなかった.

表-1 に剥離に至るまでのエネルギー(以下,累積重錘エネルギー2E)と損失体積 V_Eを示す.ただし,損失体積 V_Eは剥離に よって失われた体積に限り,重錘衝突位置 の摩耗によって生じた窪みの体積は含ま ない.更に,図-6 に剥離による累積重錘エ ネルギー2E と損失体積 V_Eの関係を示す. 図-6 より累積重錘エネルギー2E が増加す ると,損失体積 V_Eが増加することがわか った.以上の傾向は水セメント比による差 異は認められなかった.

4. まとめ

累積重錘エネルギー ΣE と剥離による損 失体積 $V_{\rm E}$ は相関関係にある.

破壊形状や累積重錘エネルギー ΣE ー損 失体積 V_E 関係に対する水セメント比の影 響は見られない.

参考文献

- 中村昭男、佐藤正俊、黒田一郎:レジンモルタル被覆による高強度コンクリートの耐衝撃性向上効果の検討、コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.2, pp.493-498, 2014
- 2) 和泉雄也,黒田一郎: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,土木学会関東支部第43回技術 研究発表会講演概要集,2016



図-6 累積重錘エネルギーΣE-損失体積 Ve 関係