

水溶性片栗粉の分離に着目した RC 板に対する重錘落下実験

九州大学 学生会員 ○松浦克典 九州大学大学院 正会員 梶田幸秀
九州大学大学院 フェロー会員 松田泰治 九州大学大学院 正会員 山崎智彦

1.はじめに

過去の研究で、鉄筋コンクリート板（以下、RC 板）の上に水溶性片栗粉を緩衝材として設置し重錘落下実験を実施した結果、緩衝材としての機能を有していることが確認された。一方、写真 1 に示すように水溶性片栗粉には時間経過に伴って片栗粉が沈み、水が上部へ浮き上がることで材料分離が生じる性質がある。そこで、本研究では水溶性片栗粉の分離を抑えることを目的とし、水溶性片栗粉に混合材を加えることで分離抵抗性、緩衝効果にどのような影響を与えるか検討を行った。

2.実験概要

前実験として、水溶性片栗粉に混合材を加え、時間経過後の外見や鉄球落下試験から、分離抵抗性や緩衝効果についての検討を行った。混合材は、材料分離を抑える効果が期待できる繊維素材²⁾としてココヤシファイバー、ナイロン繊維、粘性を高めて分離を抑えることが期待できる澱粉糊、洗濯糊（ポリビニルアルコールが主成分の化学糊）の計 4 つとした。材料分離を外見から判断した結果、写真 2 に示すように澱粉糊のみ分離抵抗性を示した。この結果から澱粉糊に注目し、質量 534g の鉄球を高さ 300mm から落下させ衝撃力を与える鉄球落下試験を澱粉糊の量を変化させて実施した。その結果、水溶性片栗粉に対して 6%の割合で澱粉糊を混合させることで外見での分離量が減少しつつ、水溶性片栗粉と同等の緩衝効果を示すことが確認された。そのため、本実験では混合材として澱粉糊を 6%混合することに決定した。

次に、本実験の概要を示す。緩衝材は、水溶性片栗粉、材料分離による影響を確認するために水溶性片栗粉を一日経過させたもの、水溶性片栗粉に澱粉糊 6%混合させたもの、水溶性片栗粉に澱粉糊 6%混合させ一日経過させたものの 4 条件で試験を行った。ここで、緩衝材の形状は縦、横 300mm 四方、厚さ 50mm とし、RC 板上の中央に設置した。RC 板は、長さ 900mm、幅 300mm、

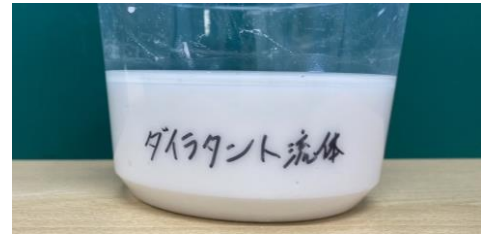


写真 1 水溶性片栗粉の分離の様子

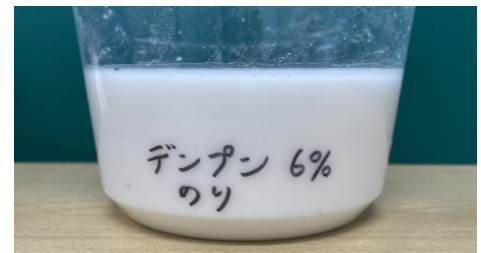


写真 2 澱粉糊 6%混合の分離の様子

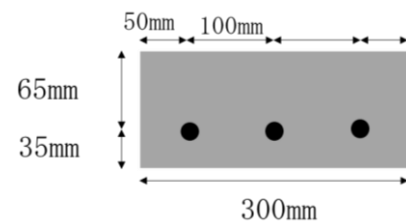


図 1 RC板断面



写真 3 重錘落下実験の状況

厚さ 100mm とし、支間長を 800mm とし、ローラー支点上に設置した。図 1 に示す位置に鉄筋（鋼種 SD295、直径 9.53mm）を 3 本配置した。重錘落下実験では、写真 3 に示すように重さ 127kg の重錘（ロードセルや載荷治具など含む）を高さ 300mm から落下させ実験を行い、荷重、変位等を計測した。

3.実験結果

図2, 3に重錘落下実験から得られた荷重-時間関係を示す。澱粉糊の有無で比較すると、澱粉糊を混合させることでRC梁に作用する荷重が約2.6倍増加し、緩衝効果が大きく低下することが明らかとなった。これは、澱粉糊によって粘性が増加し、衝撃時の片栗粉の結合が弱まることでダイラタンシー現象が十分に発揮できなかったことが考えられる。加えて、荷重の上がり方に関しては、水溶性片栗粉と比較して澱粉糊を混合したものの方がピークに達するまでの時間が短いことが分かる。これは、澱粉糊を混合することでダイラタンシー現象の発生が抑えられ、重錘が流体を貫通して荷重が直接RC梁に作用したことが要因だと考えられる。

また、時間経過による材料分離の影響については、図2の水溶性片栗粉では一日経過させたものの方が荷重が小さくなり、緩衝性が向上していることが確認された。これは、材料分離が生じて不要な水が上部に排出されることで水溶性片栗粉の濃度が上がり、ダイラタンシー現象がより強く発揮されたことが要因と考えられる。一方、図3の澱粉糊を混合させたものに関しては、時間経過による大きな変化は見られなかった。この結果から、材料分離はある程度抑えられていると判断できる。

図4に水溶性片栗粉と澱粉糊混合(一日経過)のはり中央部での変位(たわみ)-時間関係を示す。最大変位は水溶性片栗粉で1.74mm、澱粉糊混合(一日経過)で6.33mmという結果が得られた。この結果からも、澱粉糊を混合させることで緩衝性が大きく低下し、RC梁に与える影響が大きくなると判断できる。

4.おわりに

水溶性片栗粉に混合材を加えることで分離抵抗性、緩衝性にどのような影響を与えるか検討を行うために重錘落下実験を行った。本実験で得られた知見は下記の通りである。(1)澱粉糊を混合させることで材料分離をある程度抑えることは可能だといえる。(2)澱粉糊を混合させることで緩衝性は大きく低下し、RC梁に与える影響が大きくなる。(3)水溶性片栗粉においては、時間経過によって緩衝性が向上した。これは材料分離によって不要な水が上部に排出されることで水溶性片栗粉の濃度が上がったためだと考えられる。

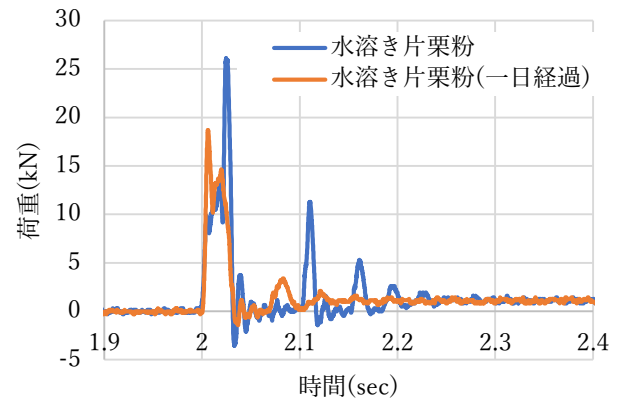


図2 水溶性片栗粉の荷重-時間関係

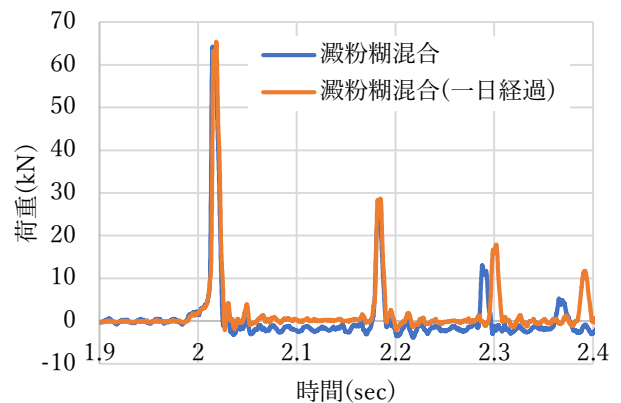


図3 澱粉糊混合の荷重-時間関係

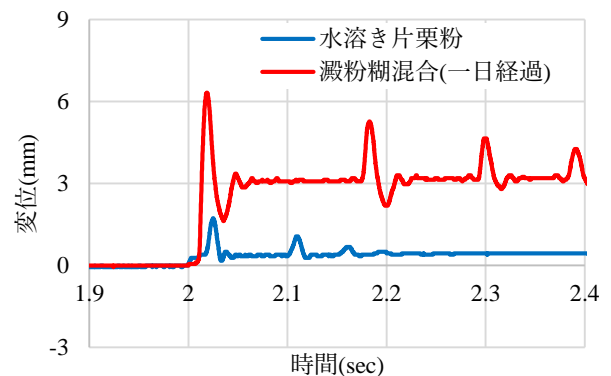


図4 変位(たわみ)-時間関係

参考文献

- 1) 梶田幸秀, 今泉壮真, 山崎智彦, 松田泰治: ダイラタント流体を緩衝材としたRC板に対する重錘落下実験, 令和三年度土木学会西武支部研究発表会, 2022
- 2) 杉山皓亮, 小林俊一: ダイラタント流体を封入した繊維複合粘弾性フィンによる生物規範型水中推進機構の推進特性, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 2017.5