

ポーラスコンクリートの衝撃吸収に関する基礎的研究

日本大学 学生会員 ○高野 将成 日本大学 鈴木 直登
日本大学 大野 航平 日本大学 正会員 齊藤 準平

1. はじめに

1992 年以降防護柵衝突死亡事故の件数は減少傾向にあったが、近年は減少と増加を繰り返している状況である。これに対して、警視庁を主体に交通事故事件数を 0 にする取り組みが行われており、安全運転支援システムの普及促進や速度管理指針の共有などが行われている。しかし、安全運転支援システムは路外逸脱や防護柵衝突事故件数の減少には効果を示しているものの、死亡事故になる事故ケースには新たな対策が必要な状況である。防護柵衝突が死亡事故につながる原因として、防護柵設置基準の強度が路外逸脱防止と進行方向復元を目的として設定されているため、防護柵が衝撃荷重を吸収できず、それが乗員への衝撃を抑えられない理由になっていると考えられる。そこで、本研究では防護柵の内側にポーラスコンクリート製の衝撃吸収パネルを設置することで、衝撃荷重を吸収させることを考え、ポーラスコンクリートの衝撃吸収性能を解明することを目的とした衝突実験を行った。

実験では、防護柵衝突による被害の原因は、加速度が乗員にかかることによるフロントガラスへの衝突や、車外放出後の道路構造物への衝突が大きなことであるため、加速度の減衰に注目し、ポーラスコンクリートの加速度減衰の程度を計測するものとする。また、既往研究においてポーラスコンクリートは環境への負担軽減や緑化に用いられるコンクリートとしての研究^(例えば 1), 2)が多く、衝撃の吸収を目的とした研究は進んでいない。

2. 実験概要

実験条件一覧は、W/C (3 条件) と V_m/V_g (粗骨材に対するモルタルの容積比) (8 条件) の組み合わせで 24 条件とした。供試体は衝突実験用 (10mm×10mm×10mm の立方体) を各配合 3 体ずつ全 72 体となる。配合は W/C が 65, 75, 85%, V_m/V_g が各 W/C に 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 80Vol% とした (表-1)

供試体は 14 日間の水中養生後に 7 日間乾燥させ、衝突実験を行った。衝突実験は予備実験を重ねて考案した、独自の垂直落下装置 (図-1) に供試体を設置し、加

速度計を装着した重錘を落下させて行い、衝撃吸収量とポーラスコンクリートの配合との関係性を検討した。さらに衝突実験前後の供試体の質量の計測と、破壊状況の確認を行った。

なお、衝突実験後の質量は最大残留部分とした。また、落下高さは予備試験から、センサーの計測限界の 200G に入る高さとして 20cm にした。

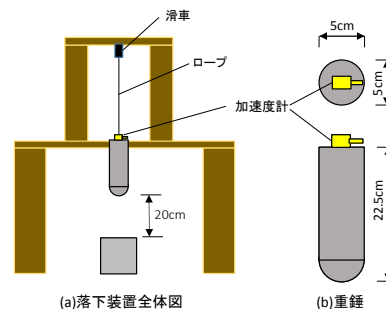


図-1 実験装置概要図

表-1 現場配合表

W/C (%)	V_m/V_g (Vol%)	単位量 (g)		
		水 W	セメント C	粗骨材 G
65%	5%	100	154	8037
	10%	200	308	8037
	15%	200	308	8037
	20%	200	308	5077
	25%	450	692	7234
	30%	500	769	6698
	50%	700	1077	5626
	80%	893	1373	4531
75%	5%	100	133	7686
	10%	200	267	7686
	15%	200	267	4667
	20%	400	533	7686
	25%	450	600	6917
	30%	500	667	6405
	50%	750	1000	5764
	80%	800	1067	3733
85%	5%	110	129	8158
	10%	200	235	7417
	15%	200	235	4353
	20%	400	533	7686
	25%	450	529	6675
	30%	550	647	6799
	50%	750	882	5563
	80%	450	529	2086



(a) $V_m/V_g=30\text{Vol}\%$ (b) $V_m/V_g=50\text{Vol}\%$ (c) $V_m/V_g=80\text{Vol}\%$

写真-1 供試体断面 (W/C=75%の場合)

キーワード ポーラスコンクリート、衝撃吸収、加速度

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部 TEL.047-469-5241 E-mail : Saitou.Junpei@nihon-u.ac.jp

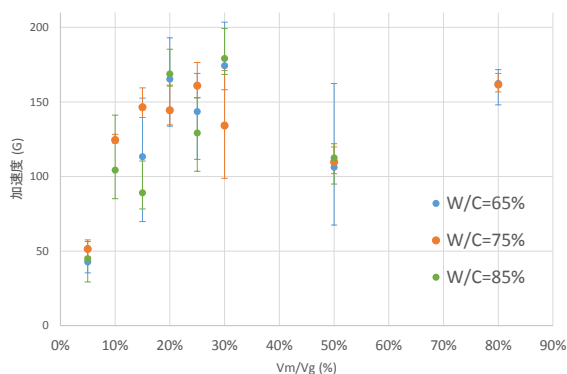
3. 試験結果および考察

3. 1 供試体

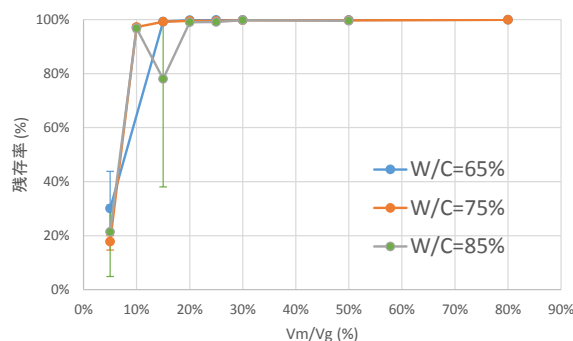
写真－1に打設した供試体の側面部表面の状況を示す。 $V_m/V_g=50V_o1\%$, $V_m/V_g=80V_o1\%$ においては下部に結合材が溜まり均一な空隙を形成できていないことが認められる。これは粗骨材表面に対して、結合材が飽和していることを示唆するものである。さらに V_m/V_g が大きくなると、結合材がより垂れることがわかる。一方, $V_m/V_g=30V_o1\%$ 以下では、骨材が均一に結合できていることが認められ, $V_m/V_g=30V_o1\%$ 以下であれば良好な結合ができることが分かる。

3. 2 V_m/V_g と加速度の関係

図－2に, W/C 別に V_m/V_g と加速度の関係を示す。W/Cの違いに関わらず, $V_m/V_g=30V_o1\%$ 以上は高い値を示し, それ以下では V_m/V_g が低くなるほど加速度が小さくなることがわかる。つまり $V_m/V_g=30V_o1\%$ で頭打ち現象があるといえる。 V_m/V_g の低下に伴う加速度の低下の原因は, V_m/V_g が低くなるほど空隙率が上がり衝撃を多方向に分散させることで, 加速度を減衰させていることと考えられる。そして, 内部で微小な破壊が起こることで衝撃エネルギーが減衰され, 加速度の縮小に優位に働いたと考えられる。なお, 図によると, 加速度にはばらつきが大きく, これは空隙の偏りや衝突時の表面の形状などによるものだと考えられる



図－2 V_m/V_g と加速度の関係



図－3 衝突実験前後の残存率と V_m/V_g の関係

3. 3 衝突実験前後の残存率と V_m/V_g の関係

図－3に, 実験に使用した供試体の衝突実験前後の残存率と V_m/V_g の関係を示す。図より, W/Cの違いに関わらず $V_m/V_g=5V_o1\%$ のみ破壊が見られた。このことは, 衝撃に対しては V_m/V_g に比べて W/C の影響がほとんど無いことを示している。このことから, 衝撃に対しては結合材の強度より, 結合材の量が影響すると考えられる。

3. 4 $V_m/V_g=5\%$ の場合の破壊状況

写真－2には $V_m/V_g=5V_o1\%$ の場合の衝突実験後の様子を示す。写真に示すように, 供試体はいくつかの塊状に分裂するのではなく, 骨材単体で粉砕する様相を呈していた。その飛散距離は最大でも半径 50cm 程度であった。これは供試体と重錘が衝突した際に, その衝撃が供試体内部の結合材を破壊しながら伝達することによって, 衝撃を分散したために起こったものと考えられる。



写真－2 $V_m/V_g=5V_o1\%$ の供試体破壊状況

4. まとめ

本実験の範囲内において, ポーラスコンクリートにおける衝撃を吸収する特性があるかどうか, またその場合の衝撃吸収に影響する要因 (W/C, V_m/V_g) を検討し, 以下のことが明らかになった。

- 1) 衝突時の加速度は $V_m/V_g=30V_o1\%$ で頭打ちになること, $30V_o1\%$ 以下では V_m/V_g が低くなるほど小さくなる傾向を示した。
- 2) 衝突時の加速度に対する W/C の違いの影響は, ほとんど認められない。
- 3) 破壊しない供試体に比べ破壊した供試体は衝撃を吸収し, 加速度を小さくする傾向を示した。また, その破壊状況は粉砕する様相を呈した。

参考文献

- 1) 源田早也佳: 植栽型ポーラスコンクリートの耐根性評価試験, コンクリート工学年次論文集, pp. 1441-1446, 2013.
- 2) 中新弥: 球形ポーラスコンクリートによる窒素・リンの低減効果に関する研究, コンクリート工学年次論文集, pp. 1339-1344, 2015.