

定点疲労試験によるコンクリートの砂利化発生に及ぼす粗骨材粒径の影響に関する検討

日本大学 学生会員 ○三戸 雄平
日本大学 正会員 子田 康弘 日本大学 フェロー会員 岩城 一郎

1. はじめに

道路橋 RC 床版における水の浸入は、特に積雪寒冷地域において凍結防止剤と相まって凍害、塩害および ASR を誘発させる。この種の劣化に加えて、疲労作用と水の存在は、モルタル分を粉砕、流出させコンクリートの粗骨材だけが残る「砂利化」と言われる現象を顕在化させる。砂利化は、水の存在が不可欠であるが、このメカニズムについては昨年度、低水圧であってもひび割れが存在し、その開口を拘束する条件がモルタル分を粉砕する兆候が認められており砂利化初期の現象を明らかにした。そこで本研究では、既往の研究を進展させ、砂利すなわち粗骨材そのものの影響を評価するため、粗骨材の粒径を実験パラメータとして砂利化現象に影響を及ぼす粗骨材粒径を実験的に検討した。

2. 実験概要

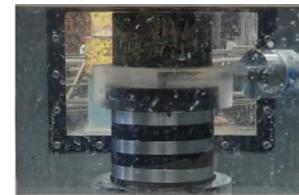
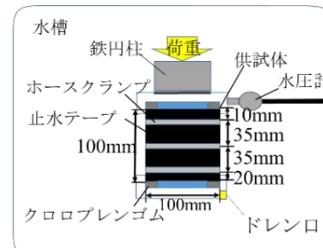
表-1 に、実験条件を示す。表より、粗骨材の最小寸法を 5mm とした上で、粗骨材の最大寸法 20mm、15mm、10mm(以下、それぞれ 2005、1505、1005)とする 3 条件、および粗骨材がない場合も評価するためモルタル(以下、M)も入れた合計 4 条件とした。実験を行った供試体数は、それぞれ 2 体である。表-2 には、コンクリートの配合を示す。M は、1505 をウェットスクリーニングし作製した。供試体形状は、直径 100mm、高さ 100mm の円柱であり、供試体中央には、幅約 0.5mm とする割裂ひび割れを予め導入した。なお、疲労載荷試験に先立ち供試体は、図-1 のように水を張ったポリカデシケーターに静置させ脱気を行うことで飽水状態とした。図-2 に疲労載荷試験の概要を示す。図より、水圧は供試体を水槽内に設置し、供試体上面側圧盤に外径 100mm、内径 60mm、厚さ 10mm のクロロプレンゴム製の円環を介し載荷することで円環内の水を加圧し、水圧を発生させた。下面側圧盤においてはドレン口を開放し上下面間の水圧差を生じさせるとともに微粒分が水槽内に排出されるようにした。また、水の浸入を供試体上下面方向に制限するため、供試体側面をプチルテープで止水した。疲労載荷試験は、繰り返し載荷時の上限荷重を 20kN とし 2Hz の正弦波として与え、繰り返し載荷回数を 20 万回とした。試験開始時の圧縮強度は、2005 が 22.7MPa、1505 が 24.4MPa、1005 が 20.5MPa、M は 24.6MPa であった。測定項目は、載荷試験前後の質量変化と試験中の水の観察、試験終了後における流出した微粒分の質量測定、および供試体切断面のひび割れ観察とその密度計測である。

表-1 実験条件

供試体名	粗骨材寸法 (mm)	
	最大	最小
2005	20	5
1505	15	
1005	10	
M	モルタル	



図-1 脱気の状態



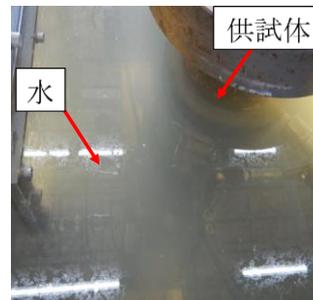
(a) 全体構成図

(b) 水槽内の設置状況

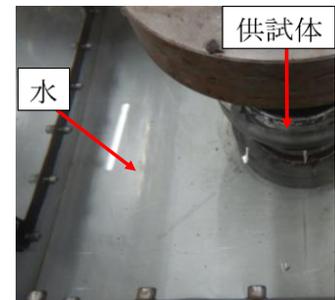
図-2 疲労載荷試験の概要

表-2 コンクリートの配合

供試体名	Gmax (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
						W	C	S	G	AE減水剤
2005	20	12	4.5	64.3	48	178	277	839	1005	2.77
1505	15			68.0	47	167	250	882	1018	23.0
1005	10									38.0



(a) 2005 供試体



(b) M 供試体

図-3 載荷中の水の変化(上方から撮影)

キーワード: 砂利化現象、粗骨材粒径、定点疲労試験、RC 床版

連絡先 : 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 TEL024-956-8721

3. 実験結果及び考察

図-3 は、載荷試験中の水の変化である。図より、2005 の場合は、繰返し載荷により水は徐々に濁るが、これに対して例えば M の場合はほとんど水の濁りが生じないという結果になり、粗骨材粒径によって微粒分の流出に違いが生じた。図-4 は、試験終了後の切断面におけるひび割れ発生状況である。図中には一部ひび割れの拡大図を示した。図より、まず供試体中央を貫くようなひび割れは割裂ひび割れである。次に、(a)2005 に着目すると供試体外側付近(図下側)にコンクリート組織が崩れている箇所とそこから内部にかけて最大寸法に近い粗骨材界面に割裂ひび割れから発生したようなひび割れが見て取れた。本研究では、このようなコンクリート組織の崩壊によって微粒分が外部へ流出する状態を砂利化の初期現象と考えている。これに対して、2005 以外の供試体では、この種のひび割れや組織の崩壊が確認されず、M に至っては粗骨材がないためほぼ直線状のひび割れのみ観察された。

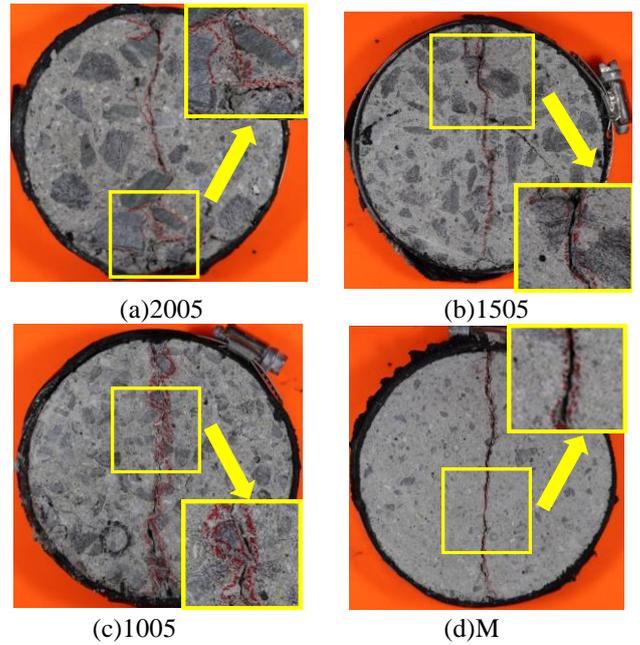


図-4 内部ひび割れの様子

図-5 に、試験前後における供試体の質量変化を減少率として示した。図より、質量減少率は、2005 が大きく、これに対して他の 3 条件の供試体では、粗骨材の最大寸法が段階的に小さくなってはいるが質量減少率については大差がなかった。本実験の範囲内では、粗骨材の最大寸法 20mm の供試体が特に外部へ微粒分が流出したものと考えられた。図-6 に、図-4 のひび割れ(赤線)をひび割れ密度として数値化し、これと水槽内に流出した微粒分の関係を示した。図より、2005 は、2.5g 以上の微粒分が流出しており、流出量が増大する境界が本実験では $0.02(\text{mm}/\text{mm}^2)$ であった。その他の供試体は 0.5g 以下という僅かな微粒分の流出でしかなかった。このように割裂ひび割れ面に作用する水圧は、本実験の場合 20mm という比較的大きな骨材の界面においてモルタル分を剥離させる作用となり、剥がれたモルタルはその後に水圧による粉砕と緩んだ粗骨材によるすり磨きによって微粒子化する可能性が考えられた。

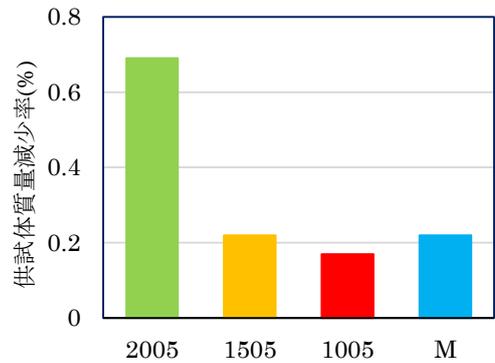


図-5 供試体の質量減少率

4. まとめ

本実験の範囲内では、粗骨材の最大寸法が 20mm の場合に 0.5mm 程度の比較的大きなひび割れが発生したコンクリートにおいて水圧が作用した状態で、砂利化の初期現象が求められた。水圧は、粗骨材界面よりモルタルを分離するような作用になると推察され、そのモルタルが粉砕、流出するという繰返し砂利化として可視化される可能性が示唆された。しかし、本実験では、粗骨材の最大寸法が 20mm のみにこの種の現象が見て取れたため、実験回数を増やしその再現性を確認する予定である。

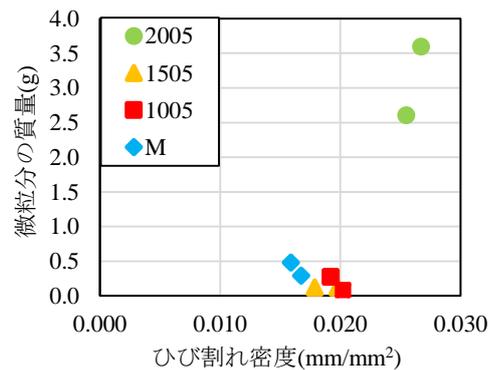


図-6 微粒分とひび割れ密度の関係

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 16H04402（研究代表 藤山知加子教授）により実施されました。ここに謝意を表します。

【参考文献】1)藤山知加子ほか：水圧を繰返し与えたコンクリートにおける砂利化検証実験、コンクリート工学年次論文集、Vol.39、No.2、pp.601-606、2017