

繰返し一面せん断試験装置を用いたコンクリートの土砂化再現実験

日本大学工学部 学生会員 ○篠原 陸哉
日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1.はじめに

長期間供用されたコンクリート床版において、アスファルト舗装下のコンクリートが骨材とモルタルに分離し、骨材が露出する状態が確認されている。このような経年劣化現象は、土砂化もしくは砂利化と呼ばれる。土砂化の発生メカニズムは、車両走行による床版疲労が主な原因とされており、ひび割れに侵入した水によりひび割れ面の擦り合わせ(すり磨き)により土砂化が促進するとの知見が示されている¹⁾。そこで本研究では、土質試験に用いる一面せん断試験装置を改良してコンクリートのひび割れ面を対象にして、繰返し一面せん断試験を行った。試験では水浸の有無に着目して、ひび割れ面の土砂化の再現を試みた。さらに実験結果をもとにコンクリートの土砂化発生メカニズムについて考察を行った。

2.実験方法

繰返し一面せん断試験は図-1 に示す装置を用いて行った。この装置はせん断箱、せん断力及び垂直力の載荷装置からなる²⁾。せん断箱の概要を図-2 に示す。供試体はひび割れ面が、せん断箱の中心の高さかつ水平になるように治具を用いて、仮固定した後、供試体とせん断箱の隙間に石膏を充填して固定した。繰返しせん断試験は、ひび割れ面に対して、垂直力(0.1kN)一定で載荷した条件で、サイン波(0.5Hz)の繰返しせん断力(振幅:0.2、0.4、0.8kN)を載荷した。なお、せん断力振幅は段階的に増加させ、各段階毎に約5万回載荷した。測定項目は図-1 に示すようにせん断力、垂直力、水平変位、垂直変位である。コンクリートの配合を表-1 に示す。使用したコンクリートは、W/C=65%である。実験ケースを表-2 に示す。供試体の水浸の有無、ひび割れ面作製方法の違いに着目した5 ケースを行った。なお、水浸供試体は水道水に水浸したものをを用いた。供試体は一辺が約60mmの正方形断面で、高さは約40mmである。コンクリートのひび割れの与え方の模式図を図-3 に示す。方法①は供試体の側面の2面に幅約1~2mm、深さ約5mmの溝をディスクグラインダーを用いて作製した。その後、溝に沿って鋼製のくさびをいれて荷重を徐々に加えて割裂させた。この方法では、水平に近いひび割れを発生することが難しかったため、方法②を試みた。具体的には側面全周に方法①と同様の溝を作製し、割裂させた。

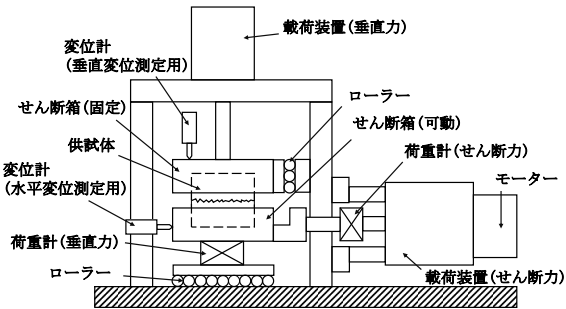


図-1 装置の概要

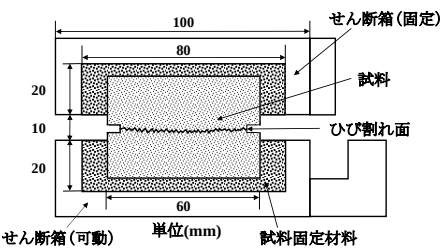


図-2 せん断箱の状況

表-1 コンクリートの配合

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気 量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤添 加量 (C×%)	
					W	C	S	G	15L	202
20	10.0	4.5	65.0	45.0	170	262	841	1051	1.0	0.01

表-2 供試体の条件

ケース	水浸有無	ひび割れ 面作製方法	供試体 質量(g)	せん断 面の面積 (mm ²)
Case1	無し	方法①	—	—
Case2	有り		—	—
Case3	無し	方法②	552.7	3397
Case4	有り		516.9	3393
Case5	有り		525.2	3301

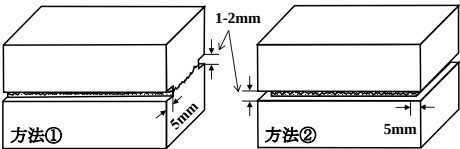


図-3 ひび割れ供試体作製方法

3.実験結果及び考察

図-4 は Case3(水浸無し)と Case4(水浸有り)の水平変位および垂直変位と载荷回数の関係を示す。Case3では水平変位と垂直変位ともに大きな変化は見られないが、Case4の水平変位は载荷回数の増加とともに振幅が大きくなっている。垂直変位は载荷回数の増加とともに大きくなり、沈下が進行していることがわかる。写真-1 に試験前後のひび割れ面の状況を示す。Case4 の载荷終了後ひび割れ面には、白濁した液体が観察された。観察後にひび割れ面を歯ブラシで軽く擦りながら蒸留水で洗い流して、白濁液体を容器に集めた後、乾燥炉(110℃)で乾燥させて質量を測定した。なお、上記のブラッシングは、せん断前にも実施しており、その際に粉状のものを除去してから試験を実施している。図-5 は Case4 の水平変位と垂直変位の関係を示す。载荷初期から徐々に水平変位の振幅が大きくなるにつれて、沈下していることがわかる。また、水平変位が大きくなると沈下から膨張に転じる傾向もみてとれる。図-6 は繰返しせん断力に生じた粉体質量と最終の垂直変位および水平変位の両振幅との関係を示す。Case1、Case2 は図-3 に示す方法①では供試体の側面に溝をいれてない部分の端部が繰返しせん断力によって割れることでその破片を含んだために、方法②よりも粉体質量が大きくなった。なお、端部の破片を取り除いた結果を併せて示したが、両者ともに正の相関が見られた。

4.まとめ

土質実験に用いる繰返し一面せん断装置を用いて、コンクリートひび割れ面の土砂化再現実験を行って、以下の結論が得られた。(1)繰返しせん断によりひび割れ面に生じた粉体質量は水浸無しに比べて水浸有りの方が大きく、土砂化の兆候が確認できた。(2)粉体質量は水平変位両振幅および垂直変位(沈下量)が大きくなると増加し、正の相関が見られた。(3)繰返しせん断中は沈下と膨張を繰返しながら、沈下が進行していくことがわかった。

参考文献

- 1)森寛晃, 久我龍一郎, 小川彰一, 久保善司(2013):寒冷地で供用された RC 床板の劣化要因推定, コンクリート工学論文集, Vol24, No1.
- 2)社団法人地盤工学会(2009):地盤材料試験の方法と解説, 岩盤不連続面の一面せん断試験方法, pp.913-914.

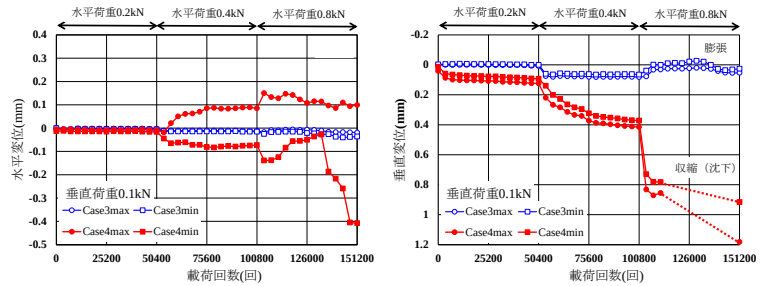


図-4 水平変位・垂直変位比較

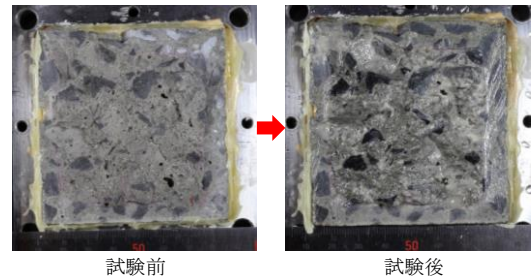


写真-1 Case4 試験前後のひび割れ面の状況

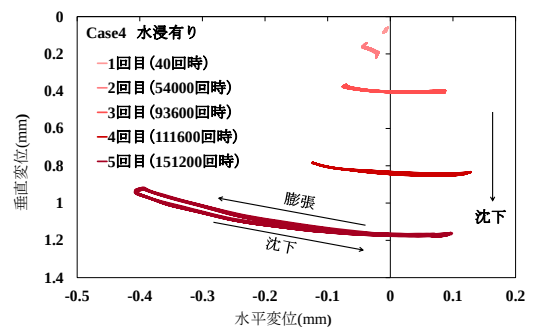


図-5 Case4 水平変位と垂直変位の関係

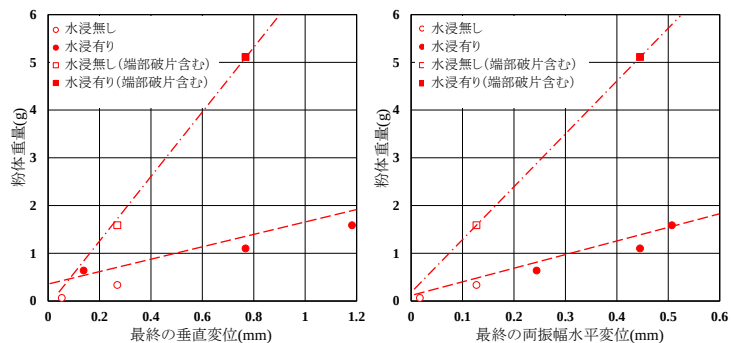


図-6 最終垂直・水平変位と粉体質量の関係