

神戸大学工学部 正 西 勝 (株)神戸製鋼 正 遠山 俊一
 京都大学工学部 正 吉田 信之 神戸大学大学院○正 永井 哲夫

1. はじめに 近年の交通量の増加や走行車両の大型化により、アスファルト舗装のわだち掘れが助長され、他の破壊形態も誘発するという点から大きな問題となっている。わだち掘れ発生要因としては、大型車両による繰返し载荷に加えて、ひび割れ箇所からの雨水の浸入による舗装の劣化が考えられる。過去に、円形走行試験¹⁾を対象にわだち掘れ解析を実施したところ、水硬性のあるスラグ路盤に関しては実挙動に比較的追従するが、水硬性のない粒調碎石路盤に関しては、ひび割れ発生後その追従性が損なわれることが認められた。そこで本研究では、粒調碎石路盤の水浸による劣化の挙動を調べるために、側面にガラス板を使用した小型の模型土槽を用いて、繰返し平板载荷試験を行った。また、その試験結果について水浸状態における沈下量を非水浸状態の沈下量を基準として正規化した後、円形走行試験結果との比較を行った。

2. 繰返し平板载荷試験

2.1 実験概要 まず模型試験において基準となる沈下量を求めるため、粒調碎石について非水浸および水浸のもとでの基礎的な繰返し载荷試験を行った。また実際の道路においてひび割れの発生により、表層からの雨水の浸入が考えられるが、実際の道路において路盤が常に水浸しているとはいえず、天候条件により、水浸、非水浸を繰返しているものと思われる。そこで路盤が水浸、非水浸を繰返ししながら繰返し载荷を受けた結果が、非水浸のみ、水浸のみで繰返し载荷を受けた場合と比較して、どのように推移するのかを実験的に求めることを試みた。

2.2 実験装置および供試体 今回の室内試験で用いた繰返し試験装置の概要を図-1に示す。コンプレッサーからの圧縮空気を利用した加圧シリンダーの加圧により、供試体に輪荷重に相当する荷重が加えられる。任意の载荷回数における供試体の载荷時および除荷時の軸方向変位量は、ピストンに取り付けたダイヤルゲージにより測定した。模型土槽については、供試体部分の寸法が高さ33.5cm×幅50.0cm×奥行15.0cmとなっている。前面にガラス板を配し、底部には供試体の下部から水浸が可能なように、外部から補給が可能な貯水槽とその上に無数に細かい穴をあけた銅板を用意した。上述した寸法におさまるように、粒調碎石を円形走行試験と同じ粒度分布、密度になるように数層に分けて締め固めた。载荷板は幅10cm及び15cmのものを使用した。供試体を水浸する際には土の骨格を乱さないように、模型土槽の横に配置した貯水タンクから供試体の底板の下の貯水槽を通じて徐々に水浸するようにした。水浸条件の供試体については水頭は実験全体を通して供試体の表面に一致するようにした。

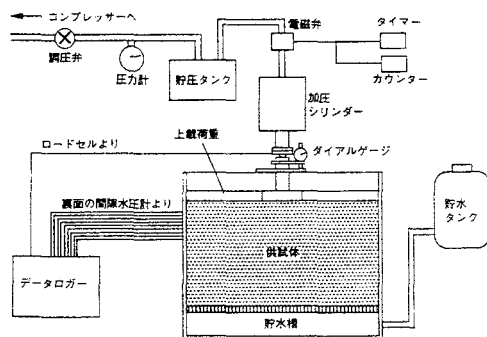


図-1 実験装置の概要

2.3 実験方法 水浸状態での繰返し载荷試験は、水浸開始後24時間静置し供試体が十分に水浸していることを確認した後、所定の圧力で繰返し载荷を行い、沈下の程度がほぼ一定になるまで50000回载荷した。また晴雨の繰返しを考慮した载荷試験については、円形走行試験第1回、第2回の気象データによると、どちらにおいても天候条件は平均的に晴3日に対し雨1日となっており、4日に1回の降雨が認められるため、この統計をもとに繰返し载荷試験を実施することにした。実験方法としては、まず晴の日数分の走行回数に相当する载荷回数で繰返し载荷を行い、その後供試体を十分水浸させ、滞水状態のまま雨の日数分の走行回数に相当する载荷回数で繰返し载荷を行う。その後、供試体を脱水し不飽和状態とし、再び晴の場合の载荷回数で繰返し载荷を行う。このサイクルを数回繰返し沈下量を求めた。総载荷回数は晴6000回、雨2000回、12サイクル96000回とした。非水浸、水浸、晴雨の繰返しの3種類の条件のいずれにおいても実際の交通荷重を考慮して、0.5、1.0、2.0、4.0kgf/cm²の4種類の载荷圧を採用した。载荷条件の要約を表-1に示す。

表-1 载荷条件の要約

载荷回数 (回)	载荷時間 (s)	繰返し载荷応力 pr (kgf/cm ²)	
50000	载荷: 0.1 除荷: 2.0	0.5 1.0 2.0 4.0	水浸
50000	载荷: 0.1 除荷: 2.0	0.5 1.0 2.0 4.0	非水浸
96000	载荷: 0.1 除荷: 2.0	0.5 1.0 2.0 4.0	非水浸: 6000回 水浸: 2000回 12サイクル

Masaru NISHII, Syunichi TOHYAMA, Nobuyuki YOSHIDA, Tetsuo NAGAI

3. 実験結果と考察 図-2に非水浸状態及び水浸状態で実施した試験における沈下量と載荷回数(載荷板幅10cm)を示す。図より非水浸での結果に比べて、水浸での結果は沈下量が大きく、50000回を過ぎた時点においても沈下が引続き漸増し続けていることが認められる。このことから繰返し載荷のもとでの水の存在が路盤の劣化に明らかに影響を与えていることが分かる。また、荷重の大きさにともなう沈下量の増加の程度が一律ではないことから、沈下量が荷重の大きさに一次比例しないことも認められる。

次に晴雨の繰返し載荷試験の試験結果(載荷圧2.0kgf/cm²)を図-3に示す。図には比較のため、図-2で示した各荷重における非水浸状態及び水浸状態のみの試験結果もあわせて示す。図より沈下量は段階的に増加していることが認められる。水浸状態における載荷期間が2000回と短いためか、非水浸に比べて水浸初期の著しい沈下は特に認められなかった。紙面の都合上その他の載荷条件の結果は省略したが、荷重ごとの違いを述べると、荷重の小さいときは非水浸、水浸、晴雨の連続載荷、いずれもほとんど差が見られないが、荷重が大きくなるにつれて非水浸と水浸の結果の間を漸増し、水浸の結果へと近づいていくことが確認された。また荷重の小さいときは徐々に沈下が落ちつく傾向が見られるが、荷重が大きくなるにつれて沈下が収束しにくくなる傾向が認められた。今回の試験においては晴雨の繰返し載荷というのは脱水の際に粒子構造が安定化する可能性もあり、実際の道路と比較して沈下が緩やかであることが考えられる。また実路は水が浸入しにくい状態になっているため、逆に一旦水が浸入すると水が抜けにくくなることが考えられ、よってひび割れが起こってからの実路の状態は、実験における水浸状態に近いものと仮定して今後検討を進めていくものとする。

4. 試験結果に基づく経験式の適用 実際の路盤における天候条件は変化が著しく、路盤の飽和の程度の変化やひび割れによる表層の状態を、実験で忠実に再現することは困難である。そこで非水浸での連続載荷の結果を基準として、水浸での沈下量の正規化($(s_1 - s_0)/s_0$, s_0 :非水浸のもとでの沈下量, s_1 :水浸のもとでの沈下量)を行い、経験式を作成し実路の結果と比較することを試みた。図-4に正規化した載荷板幅10cm、15cmの場合における水浸状態における沈下量と、路盤材に粒調砕石を使用した円形走行試験の第1回2工区、第2回E工区の結果を同様の方法により正規化したものを示す。同時に晴雨の繰返し載荷の結果を正規化したものと、参考として載荷板幅5cm(過去のCBRモールドを利用した繰返し載荷試験結果²⁾よりの結果を示す。また路盤上面にかかる載荷圧が約3.6kgf/cm²であることを考慮して、2.0kgf/cm²と4.0kgf/cm²の値より補間した結果も同時に示した。図より2種類の工区の結果のいずれにおいても、模型試験の水浸状態の結果よりも下回っていることが認められ、晴雨の繰返し載荷の結果に比較的近いことが認められる。これは実路が常に水浸状態にあるわけではなく、完全に飽和している状態と比べて劣化の促進が緩やかであることを示唆するものと思われる。実験数が少ないため実験結果にばらつきがあるが、載荷板幅、載荷圧の大きさ、層厚などによってこれらの結果を定式化することができれば、経験式を用いたわだち掘れ量の予測が可能になるものと考えられる。

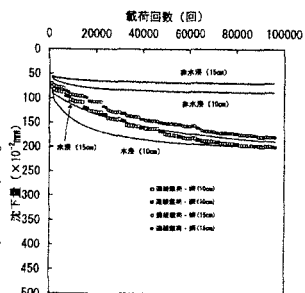


図-2 沈下量と載荷回数(非水浸、水浸、載荷板幅10cm)

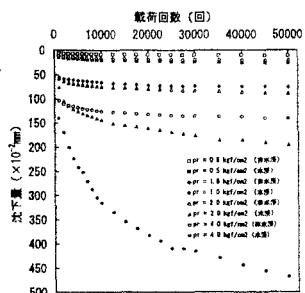


図-3 沈下量と載荷回数(晴雨の繰返し、載荷圧2.0kgf/cm²)

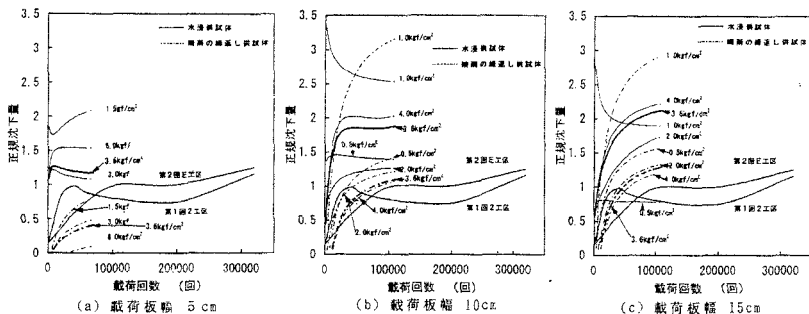


図-4 円形走行試験と模型試験結果の正規化曲線の比較

本研究は、平成7年度文部省科学研究費補助金一般研究(c)(課題番号 06650541)により行われたことを付記しておく。
 【参考文献】1)西 勝、河端 薫、飯田幸男：円形走行試験におけるアスファルト舗装の挙動と解析、土木学会論文集、第426号、pp.101~110、1991。2)西 勝、山縣正明、辻本敏治、永井哲夫：アスファルト舗装における路盤沈下現象について、土木学会関西支部年次学術講演概要、V-26、1994。