

地下水位が繰返し載荷下のアスファルト舗装各層の弾性係数の挙動に与える影響

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○渡邊 一弘
 前 独立行政法人土木研究所 正会員 堀内 智司
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 久保 和幸

1. はじめに

舗装の効率的な管理に向けては、既設舗装の構造的健全度を適切に評価し、ライフサイクルを見据えた維持修繕を実施することが必要である。しかし、舗装の供用に伴う構造的健全度の低下過程は明らかになっていない。土木研究所では、アスファルト舗装の構造的健全度の低下過程を把握し、ライフサイクルを見据えたその評価方法を提案することを目的として、土圧計、ひずみ計等の各種計測機器を埋設した舗装の実大供試体を作製し、繰返し載荷試験を行っている。既報にて、異なる載荷点への繰返し載荷試験を通じ路面の雨水湛水の有無等によると考えられる影響の差異を報告したところである¹⁾が、本稿では地下水位の影響を確認すべく、繰返し載荷試験中のアスファルト舗装各層の弾性係数の挙動に地下水位の有無が与える影響を報告する。

2. 試験概要

本試験は、土圧計、ひずみ計等の各種計測機器を埋設した舗装の実大供試体に繰返し載荷試験を行い、舗装体内の荷重伝達状況の変化等を確認すると共に、定期的に路面調査や FWD たわみ量測定等を行うものである。繰返し載荷試験施設は写真-1 に示すものであり、写真-1 の下半分にあたるピット内に実大供試体（2 断面×4 載荷点、いずれも設計 CBR=4）を作製している。H24.11～H26.11 にかけて、同一載荷点（断面構成は図-1 参照）において、路面調査時と試験装置調整時、地下水位調整時を除いて長期の終日連続繰返し載荷試験を行った。総載荷回数は約 102 百万回である。繰返し載荷試験にあたっては、最大荷重を 49kN とし、載荷板の接地圧として 49kN 輪荷重（複輪）における接地圧 0.59MPa となるように載荷板の径を調整（ $\phi=32.5\text{cm}$ ）した。載荷波形は正弦波（振幅 1～49kN）、載荷周期は加振機能力の最大値である 2Hz である。地下水位は 97.6 百万回載荷までは供試体を与えず、それ以降に上層路盤上面まで与えた。路面は原則として常時乾燥状態である。本稿では、構造的健全度を示す指標として弾性係数に着目し、試験期間中に載荷点にて FWD たわみ量調査を不定期的に行い、そのたわみ量をもとに多層弾性理論に基づく静的逆解析プログラム（BALM）より舗装各層の弾性係数を求めることとした。なお、BALM による解析にあたっては、実測たわみ量を「舗装性能評価法—必須および主要な性能指標編—」に示されている方法²⁾により 49kN に荷重補正したたわみ量を入力データとし、各層のポアソン比については解析等で一般的に用いられている数値（アスコン：0.35、路盤：0.35、路床 0.4）とした。また、BALM による解析で得られた各層の弾性係数のうちアスコン層のものについては、丸山らの手法³⁾により 20℃温度補正を行って整理した。

3. 試験結果

試験期間中の各層の弾性係数の挙動を図-2 に示す。アスコン層については試験開始直後から載荷回数の増加と共に弾性係数の低下が確認されるが、その低下は徐々に緩やかとなり、最終的には概ね 2,000MPa 程度で安定した挙動を示した。しかし、地下水位を上層路盤上面まで与えた 97.6 百万回載荷以降は急激な低下を示した。102 万回載荷時の載荷点付近の路面状況を写真-2 に示す。上層路盤上面まで与えた地下水により路盤の細粒分やはく離によるアスコンのフィラー分などによる噴出跡が確認でき、これらの現象と共に載荷点の路面沈下が急激に進行した。上層



写真-1 繰返し載荷試験施設

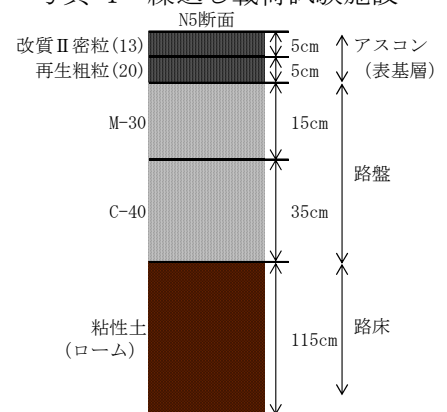


図-1 載荷点断面図

キーワード 舗装, 疲労, 構造的健全度, 繰返し載荷, 弾性係数, 地下水位

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL:029-879-6789 FAX:029-879-6738

路盤上面まで与えた地下水がアスコン層に入った微細なひび割れに表面張力等により浸透し、アスコンのはく離が進行したことにより当該層の弾性係数が急激に低下したものと考えられる。このことから、既報¹⁾で報告した路面の雨水湛水のみならず、上層路盤層上面まで与えた地下水に関しても、舗装の構造的健全度に大きな影響を与えることが分かる。

路盤層の弾性係数は、アスコン層のそれと同様、15 百万回載荷前後から 30 百万回載荷前後まで低下傾向を示し、その後安定するも 50 百万回載荷前から 55 百万回載荷前後まで反転して上昇し、65 百万回載荷前後から再び低下する傾向を示した。ちょうど冬季に路盤層の弾性係数が上昇したこととなるが、アスコン層内の熱電対による温度計測では氷点下の温度は観測されておらず、その下の層の路盤の自然含水比分の水分が凍結・融解したことによる見かけの弾性係数の変動とは考えられない。あくまで逆解析から算出した弾性係数であるが、この理由は現時点では説明できず、今後、路盤の材料特性の面等からも検討していきたい。地下水位を上層路盤上面まで与えた 97.6 百万回以降では不安定な解析結果となったが、載荷版に沿って押し抜きせん断状に破壊され、また最終的には偏心載荷となった影響によるものと考えている。

路床層の弾性係数は、概ね路盤層を反転したような傾向を示しているが、路床が底面・側面をピット（コンクリート面）に拘束されている影響を考慮する必要がある。また、逆解析の特徴上一方の層の弾性係数が上がればもう一方の弾性係数が下がることを意味していると考えられる。

4. まとめ

舗装の疲労は繰返し載荷とともに蓄積するが、条件によってその傾向は異なり、特に、路面の雨水湛水や上層路盤層上面までの地下水の付与の有無は大きな影響を与えうる。よって、実道において雨天後も路面湛水状態がしばらく続くような路面の凹みや高い地下水位を有する区間は構造的健全度が早期に失われる可能性が高いと言える。本試験から水の介在の有無がアスコン層の弾性係数等の推移に大きな影響を及ぼすことは明らかであるが、そのメカニズムの解明には至っておらず、今後、室内試験等を通じて水の介在の影響に関して検討を進めていきたい。また、引き続きアスコン層に影響を与えない範囲で地下水位を与えた試験の実施や、ひび割れ発生後の荷重伝達状況の変動等を明らかにし、ライフサイクルを見据えた既設舗装の構造的健全度の評価方法を提案していく予定である。

引用文献

- 1) 渡邊一弘, 堀内智司, 久保和幸: 繰返し載荷試験装置を用いた舗装の疲労蓄積に関する一考察, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), pp. I-109~116, Vol. 69, No. 3, 2013. 12
- 2) 公益社団法人日本道路協会: 舗装性能評価法—必須および主要な性能指標編— (平成 25 年版), pp. 18~19, 2013. 4
- 3) 丸山暉彦, 阿部長門, 雑賀義夫, 姫野賢治: FWD による舗装の構造評価および補修設計システムの開発, 土木学会論文集, No. 484, V-22, pp. 61-68, 1994. 2

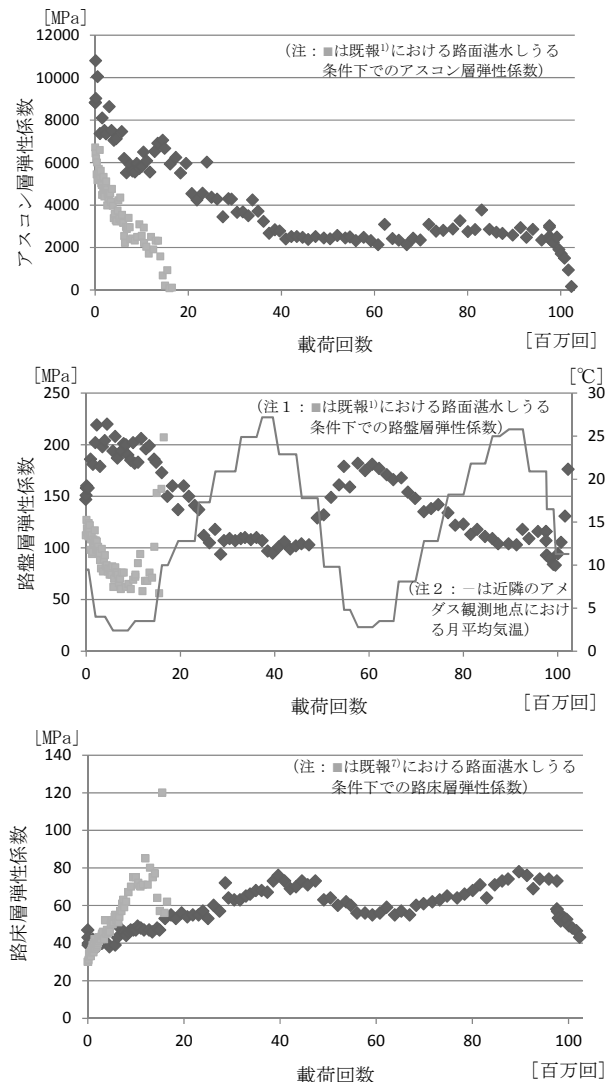


図-2 各層の弾性係数の挙動



写真-2 路面状況
(102 百万回載荷時)