

コンクリート舗装構造における路盤K値の評価

東北大学工学部 学生員 ○小松誠司
石川工業高等専門学校 正 員 西沢辰男
東北大学工学部 正 員 福田 正

1. まえがき

コンクリート舗装版の応力やたわみの計算を行う際の路盤のモデル化には、あるばね定数を有するばねを敷き詰めたWinkler基礎と、等方等質の半無限弾性体とする弾性基礎の二種類がある。Winkler基礎の場合、解析の際の取扱いが簡便であること、路盤の複雑な力学特性をばね定数いわゆるK値のみで表現できるという利点がある反面、路盤の上面とコンクリート版の下表面のせん断応力を考慮できないという欠点を持っている。この様な効果を有限要素法によるコンクリート舗装版解析においてどの様に考えればよいかがということが問題となる。近年、路盤にセメント安定処理等の高品質な材料を使用する傾向にあることから、有限要素法解析に際してなんらかの修正を行う必要があると考えられる。そこで著者らは、コンクリート版と路盤の境界面がせん断破壊する以前の状態にあれば、その境界面での粗面は有効であるとの仮定の下に、K値の補正を試みたので、ここに報告する。

2. 計算方法

(1) 粗面効果の計算方法

コンクリート版と路盤の境界面における粗面効果の計算を以下の手順で行う。まず、多層弾性理論により図-1に示す三層構造モデルにおいて、境界面-1が滑面の場合と粗面の場合、つまり、コンクリート版と路盤の境界面におけるせん断応力を考慮しない場合とした場合について計算を行う。その後、各々について路盤の弾性係数を2000-50000Kg/cm²の範囲で変化させて荷重直下のコンクリート下面に発生する曲げ応力を求め、曲げ応力と路盤の弾性係数の関係を求める。この際に用いる諸定数を、表-1に示す。

次に、有限要素法により、図-2に示すWinkler基礎を有する舗装構造モデルにおいて、K値を変化させて荷重直下のコンクリート下面に発生する曲げ応力を計算し、K値と曲げ応力の関係を求める。この際のコンクリート舗装版の定数は、三層構造モデルの定数と同様である。ここで両者の関係を用いて、ある路盤の弾性係数に対し、境界面-1が滑である場合と粗である場合に発生する曲げ応力に対応するK値を求める。滑面の場合に対応するK値をK_s、粗面の場合に対応するK値をK_Rとすれば、コンクリート版と路盤の境界面における粗面効果はK_R/K_sで表せる。

(2) 路盤摩擦係数と(τ/p)

コンクリート版と路盤の境界面でせん断破壊が起こり、滑りが生じているか否かを判断するために、路盤摩擦係数と(τ/p)の関係に注目する。ここに τ は境界面に発生するせん断応力、 p は境界面の接触圧力であり、滑りが生ずるときの τ と p の比をもって路盤摩擦係数を定義する。つまり、境界面の至るところで(τ/p) < 路盤摩擦係数の関係が成立していれば、せん断破壊は、生じていないことになる。ここでは、粗面効果の計算を行うケースに関し、境界面に発生する最大せん断応力と、その応力が発生する点での接触圧力を求め、前述の関係からコンクリート版と路盤の境界面でせん断破壊が生じているか否かについて検討する。

コンクリート舗装版	舗装厚 : H ₁ 弾性係数 : E ₁ ポアソン比 : ν_1	境界面 1
路盤	厚さ : H ₂ 弾性係数 : E ₂ ポアソン比 : ν_2	境界面 2
路床	厚さ : H ₃ 弾性係数 : E ₃ ポアソン比 : ν_3	

図-1 三層構造モデル

表-1 三層構造モデルにおける諸定数

コンクリート舗装版	弾性係数 : 300000 (Kg/cm ²) ポアソン比 : 0.2 版厚 : 25 cm 30 cm
路盤	弾性係数 : 2000-50000 (Kg/cm ²) ポアソン比 : 0.25 版厚 : 15 cm 20 cm 25 cm
路床	弾性係数 : 500 (Kg/cm ²) ポアソン比 : 0.35 版厚 : 無限大

コンクリート舗装版	舗装厚 : H ₁ 弾性係数 : E ₁ ポアソン比 : ν_1
-----------	--

図-2 Winkler基礎を有する舗装構造モデル

3. 計算結果及び考察

(1) 路盤摩擦係数と (τ/p)

図-3に、コンクリート版厚25cmの場合の、図-4にコンクリート版厚30cmの場合の、路盤の弾性係数と (τ/p) の関係を示す。福田⁽¹⁾によれば、路盤摩擦係数は1.5程度であり、図中の点線はこの値に従い境界面-1においてせん断破壊が生じていると考えられる路盤の弾性係数を示している。図によれば、コンクリート版厚が20cmの場合は14000-18000Kg/cm²で、30cmの場合は20000-25000Kg/cm²でせん断破壊が生じていると考えられる。しかし、これはあくまでも最大せん断力が発生する部分においてのことであり、境界面の至るところでせん断破壊が生じているわけではない。この様な状態で境界面がいかなる挙動を示すかは現時点では明かでなく、今後の実験的な研究が必要であろう。

(2) 粗面効果について

図-5にコンクリート版厚25cmの場合の、図-6にコンクリート版厚30cmの場合の路盤の弾性係数と粗面効果の関係を示す。3-(1)で述べたようにせん断破壊発生後は、発生前と同等の粗面効果は期待できないが、どれほどの粗面効果が期待できるかは明かでないので点線で示してある。コンクリート版厚が25cmの場合も30cmの場合も、路盤の弾性係数が大きくなるに従い、また、路盤厚が厚くなるに従い、粗面効果は大きくなる傾向にある。また、コンクリート版厚による影響はそれほど顕著に表れなかった。この様に粗面効果は殆ど路盤の剛性によって定まると言うことが出来る。コンクリート版厚30cm、路盤厚15cm、路盤の弾性係数10000Kg/cm²の場合を例にとると、粗面効果はおおよそ2.5程度であり、このことは、この様な条件で現場で測定されたK値を2.5倍することで修正したK値が得られることを示している。最初にも述べたが、最近、路盤に高品質な材料を使用する傾向にあり、今回、点線で示した部分は重要である。このことについては、今後更に詳細な研究が望まれる。

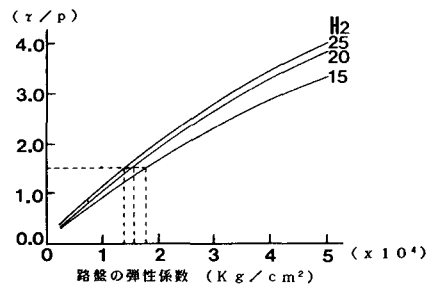


図-3 路盤の弾性係数と (τ/p) の関係 ($H_1 = 25 \text{ cm}$)

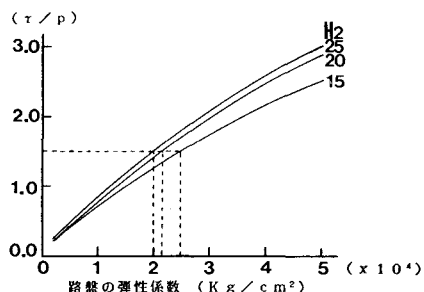


図-4 路盤の弾性係数と (τ/p) の関係 ($H_1 = 30 \text{ cm}$)

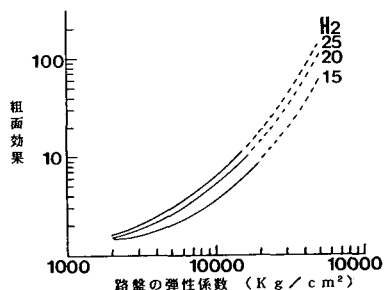


図-5 路盤の弾性係数と粗面効果の関係 ($H_1 = 25 \text{ cm}$)

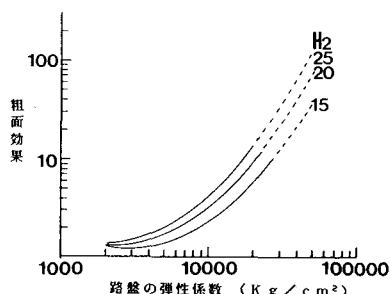


図-6 路盤の弾性係数と粗面効果の関係 ($H_1 = 30 \text{ cm}$)

参考文献 1) 福田 正 : コンクリート舗装の荷重分散機構に関する研究
土木学会論文報告集 第242号, 1975