

V-26

SFRC 薄層舗装の複合梁理論による構造評価に関する一考察

大有建設 中央研究所 正会員 中西 弘光
 同 上 武井 真一
 同 上 前田 英和

1. はじめに

欧米では White Topping と称するアスファルト舗装上に薄層コンクリートをオバーレイする工法が現在でも盛んに行われている。かつてわが国においても、アスファルト舗装の修繕工法の一つとして SFRC 薄層オバーレイ工法が採用されたことがあるが、現在その工法は一般的には発展していない。ところが 1981 年国道 23 号線（愛知県内）で施工された SFRC による 10cm 厚の薄層オバーレイ工法¹⁾は、1996 年に撤去されるまで実に 15 年に亘り重交通下に曝されながらその使命を果たしてきた。確かにひび割れは発生していたが、アスファルト舗装の最大の問題である流動わだち掘れについてはほぼ完璧に防止してきた。

この SFRC 薄層オバーレイがひび割れに対しても耐久的で有り得たら、あるいは耐久であるか否かの設計ができれば、わが国のアスファルト舗装の修繕における多くの問題に一つの答を見出せるかも知れない。この報告は、弾性基礎上の複合梁の考え方による SFRC 薄層オバーレイの解析に関するものである。

2. 弾性基礎上の複合梁

2.1 基本式

中立軸の位置は (1) に示すように求まり、中立軸に関するモーメントの釣合い式から複合梁の断面 2 次モーメントは (2) のように求まる（同一材料の断面 2 次モーメント(I)と区別するために(J)と記す）。

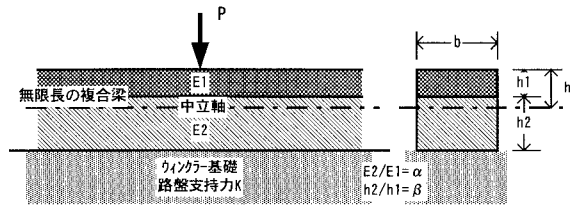


図-1 弾性基礎上の複合梁のモデルと記号

$$h = \frac{h_1}{2} \left(\frac{1+2\alpha\beta+\alpha\beta^2}{1+\alpha\beta} \right) \quad \text{----- (1)} \quad J = \frac{bh_1^3}{3} \left[3(1+\alpha\beta) \left(\frac{h}{h_1} \right)^2 - (3+6\alpha\beta+3\alpha\beta^2) \left(\frac{h}{h_1} \right) + 3\alpha\beta(1+\beta) + (1+\alpha\beta^3) \right] \quad \text{----- (2)}$$

$$M = \frac{P}{4\beta} F_3(x) \quad \text{----- (3)} \quad Q = -\frac{P}{2} F_4(x) \quad \text{----- (4)} \quad \beta = \sqrt[4]{k/4EJ} \quad \text{----- (5)}$$

$$F_3(\xi) = e^{-\beta\xi} (\cos \beta\xi - \sin \beta\xi) \quad F_4(\xi) = e^{-\beta\xi} \cos \beta\xi$$

曲げモーメント(M)とせん断力(Q)は (3)、(4) の通りである。

2-2 梁構造への載荷荷重

梁に対する荷重は幅方向に全幅載荷する構造であり、当然同一の荷重を載荷すると版より梁の方が大きな応力が発生し条件的に厳しくなる。そこで、版と同じ応力が発生するように梁に載荷する荷重を換算（換算梁荷重係数と称す）する方法を採ることとする。

当該道路の層構成は、切込み砕石 25cm、リットルメント 15cm、アスコン 23cm、SFRC 層（建設時弾性係数：264000kgf/cm²）10cm である。路床の設計 CBR を 8%と仮定して、リットルメント上で K₇₅=10kg/cm³と考えることにする。また、アスコン層の弾性係数を 8000kg/cm²と仮定して、表面から中立軸までの距離の 2 倍を複合版の換算厚と考えると、換算厚は 12cm となる。図-2 中の式より 5 トン輪荷重に対応する梁荷重を 2.75 トンとすることにする。

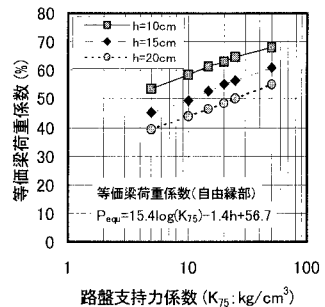


図-2 等価梁荷重係数

キーワード：鋼繊維補強コンクリート、薄層コンクリートオバーレイ、複合梁、初イトツヅク

連絡先：〒454-0055 名古屋市中川区十番町 6-12 TEL 052-653-4665 FAX 052-653-4666

3. SFRC 薄層オパールレイの評価

3-1 発生ひずみとアスコン弾性係数

当該 SFRC 薄層オパールレイのひずみ測定は施工直後の昭和 56 年 3 月から 58 年 1 月まで、計 11 回実施されている²⁾。その他に施工直後には、時速 6km/h 程度の動的載荷、一般高速走行車輛によるひずみも計測された。また、一連の計測には SFRC 下面における温度測定も行われている。

これら測定データ（SFRC 上面から 9cm の位置で測定）に対して、30cm 幅の無限長の梁に 0.55 トンの線荷重を 7.5cm 間隔に 5 本（合計 2.75 トン）載荷し、計算上のひずみが同じになるようにアスコン層の弾性係数を逆算してみた。結果は図-3 の通りである。静的載荷でのひずみ測定結果から逆算したアスコン弾性係数は、0～7000kgf/cm² であり、温度に対してほぼ直線的に変化する。一方動的な載荷状態では、発生ひずみも小さくアスコン層の弾性係数も大きく評価できる。

3-2 発生する界面せん断応力

複合体としての前提は、層間が接着していることである。そこで、複合梁の界面に生じるせん断応力について検討する。SFRC 層内、アスコン層内に生じるせん断応力を τ_{co} 、 τ_{as} とすると (6)、(7) の通り表せる。

$$\tau_{co} = \frac{Q}{2J}(y^2 - h^2) \quad \text{----- (6)}$$

$$\tau_{as} = \frac{Q}{2J} \{ (h_1 - h)^2 - h^2 \} + \frac{\alpha Q}{2J} \{ y^2 - (h_1 - h)^2 \} \quad \text{----- (7)}$$

図-4 は、せん断応力の分布を、図-5 は SFRC 版底面温度と SFRC/アスコン界面のせん断応力の関係を示す。せん断応力は中立軸で最大となる。SFRC/アスコン界面のせん断応力は、温度の上昇、アスコンの弾性係数の低下に伴い減少する。静的載荷状態でのせん断応力は大きくても 1.5kgf/cm² 程度である。アスコン弾性係数が 100000kgf/cm² の場合でも 1.8kgf/cm² のせん断応力と計算される。データを見る限り連続的な結果を得ており、界面の付着が損なわれた痕跡はない。良好な接着が得られているものと思われる。

4. まとめ

アスファルト舗装を薄層コンクリートでオパールレイする場合の設計方法の一つとして複合梁理論を用いる試みについての報告である。版を梁で解析する上での理論的整合性を以下にとるかという問題は依然解決していない。ここでは等価梁荷重係数なる暫定的な概念で解析してみて、それなりに将来への可能性に繋がったのではないかと考えている。梁とすることで、界面のせん断応力にも明快な解を得ることができ、補強筋なども構造部材として評価できる可能性もある。

【参考文献】 1) 丸山：名四国道における重交通道路舗装の維持修繕、舗装、16-5、1981、May

2) 中部道路研究会：昭和 55～59 年度 中部道路研究会報告、

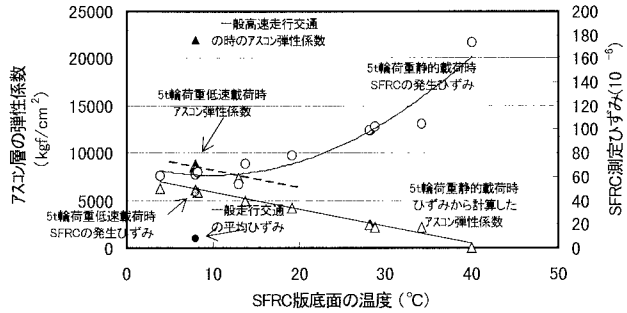


図-3 実測ひずみとアスコン弾性係数

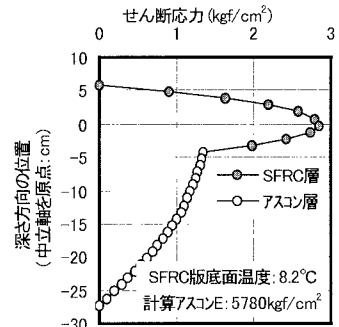


図-4 せん断応力の分布

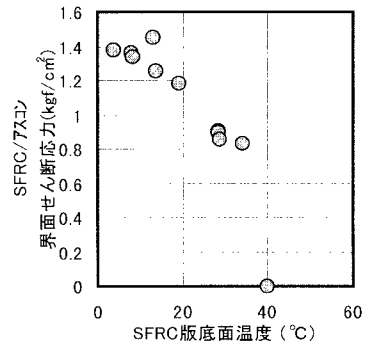


図-5 温度と界面せん断応力