

Riparazione delle fessurazioni nelle pavimentazioni asfaltiche

Best practices for crack treatment in asphalt pavements



RIASSUNTO

Il presente scritto è una rielaborazione sintetica (a cura di C. Giavarini) di una relazione presentata al Congresso Eurasphalt&Eurobitume di Praga (giugno 2016), la quale a sua volta prende origine da un progetto di ricerca americano (NCHRP 20-07, Task 339).

Tutti conosciamo l'importanza della pratica (purtroppo da noi poco applicata) di intervenire tempestivamente chiudendo le fessurazioni che si formano nelle pavimentazioni asfaltiche. Ciò per ridurre il distruttivo ingresso di acqua negli strati inferiori. La sigillatura delle fessure, suddivise dall'Autore Dale S. Decker in crack sealing e crack filling, fa parte della manutenzione preventiva. Lo scopo dell'articolo originale è di fare una rassegna delle attuali conoscenze e pratiche, onde poi stabilire delle best practice per lo svolgimento dei lavori. Viene definito un sistema di classificazione dei materiali impiegati, analogo al PG grade di Superpave: SG, Performance-based Grading System.

SUMMARY

The article is a synthesis (prepared by C. Giavarini) of a paper presented during the Eurasphalt & Eurobitume Congress (Prague 2016) and is part of the NCHRP Project 20-07, Task 339. This article is concluded by a note on the crack-sealing equipment.

Crack treatment falls into two categories: crack sealing and crack filling, performed, respectively, on working and non-working cracks.

The objective of any crack treatment is to minimize the intrusion of water into under-laying layers, which may lead to the pavement structural failure.

The purpose of the original article is to review the state of the art and to develop a best practice guidelines to improve the effectiveness of crack sealing and crack filling.

The materials are designated by a Performance-based Grading System (SG) similar to the PG Superpave grading.

1. Sigillatura e riempimento

Lo scopo principale delle operazioni di intervento sulle fessurazioni (*cracking*) nelle pavimentazioni asfaltiche è quello di limitare l'ingresso di acqua negli strati sottostanti. Negli USA si fa distinzione tra sigillatura e riempimento. Il riempimento (*crack filling*) consiste nell'inserire un adatto materiale in una fessura, generalmente longitudinale, che non "lavora", ovvero che non è soggetta a movimenti significativi. Scopo principale è di ridurre l'ingresso dell'acqua e di rinforzare quella limitata zona.

La sigillatura (*crack sealing*) consiste nell'immettere materiale in una fessurazione che lavora (*working crack*), in genere trasversale e più grande della precedente, per evitare l'ingresso non solo dell'acqua, ma anche di altri materiali. La FHWA definisce il *crack filling* come manutenzione di routine e il *crack sealing* come manutenzione preventiva.

Entrambe le tecniche sono relativamente economiche, rapide ed efficaci per estendere la vita utile di una pavimentazione; ciò a patto che vengano usati gli adatti materiali, al momento giusto e secondo giuste procedure. In mancanza di interventi si aumentano i costi di manutenzione in quanto le fessurazioni degradate sono molto più difficili da riparare e incidono anche sul rifacimento della pavimentazione.

Si ribadisce che le tecniche di intervento preventive devono essere fatte correttamente, per non risultare inutili. Sono ad esempio inutili quando le fessurazioni sono estremamente ramificate (ragnatela o pelle di coccodrillo), nel qual caso si deve intervenire su tutta la pavimentazione (**Fig. 1**).

2. Influenza della temperatura

Dopo la formazione, la contrazione ed espansione stagionale della pavimentazione causa un movimento della fessura: in inverno essa si allarga e la



Fig. 1 Eccesso di fessurazioni

sua ampiezza è massima, in quanto si ha una contrazione della pavimentazione. Nelle altre stagioni (soprattutto in estate) la sua larghezza si riduce e tende a "sputare" il sigillante eventualmente applicato. Se invece la sigillatura è fatta in estate, durante l'inverno si creano tensioni che possono portare a rottura coesiva; la rottura coesiva avviene nel corpo del sigillante (che resta aderente alla parete della fessura), mentre la rottura adesiva avverrebbe all'interfaccia parete-sigillante. (**Fig. 2**). L'allargamento invernale comporta l'ingresso di sporcizia che resta intrappolata quando in estate la fessurazione tende a restringersi, causa espansione della pavimentazione. Cicli di questo tipo peggiorano lo stato della pavimentazione.

3. Il fattore di forma

Se le fessure derivano da fenomeni di fatica, il trattamento riduce l'ulteriore deterioramento della pavimentazione, ma non ne migliora significativamente le prestazioni. Il cracking a fatica è indicativo di un cedimento strutturale e può essere corretto solo rimuovendo e sostituendo le parti che hanno ceduto. Si raccomanda di non effettuare inutili trattamenti di sigillatura su pavimentazioni caratterizzate da "pelle di coccodrillo" o da "zampe di gallina".

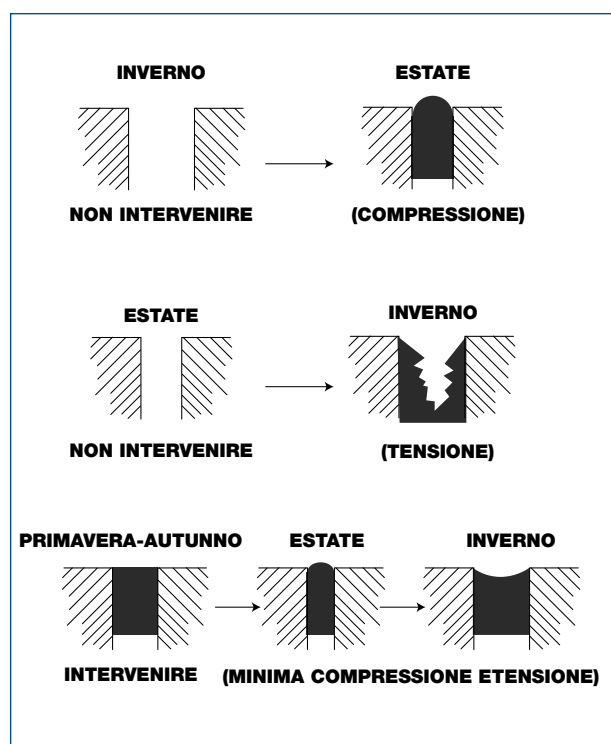


Fig. 2 Quando si deve intervenire con la sigillatura

Il materiale sigillante non cambia volume, ma solo forma, durante i fenomeni di espansione e contrazione. Minori tensioni sono sviluppate da minori profondità di sigillatura.

Il fattore di forma (*shape factor*), ovvero il rapporto tra larghezza e profondità, ha influenza sulla capacità del sigillante di sopportare espansioni e compressioni: rapporti di 4 a 1 (comunque superiori a 1,5) funzionano bene, soprattutto in climi freddi, diminuendo la tensione sviluppata sul sigillante e la rottura coesiva.

Il riempimento sul fondo della fessura non sembra avere un effetto significativo sull'adesione e può però portare a rottura coesiva.

È talvolta consigliabile l'inserimento di una barretta o "salsicciotto" flessibile (*backer rod*) per limitare il riempimento del fondo-fessura e mantenere ottimale il fattore di forma (**Fig. 3**).

4. Materiali (SG-grade)

Secondo il Manuale del Nebraska Road Department, il 66% del costo di una sigillatura è dovuto alla mano d'opera, il 22% alle attrezzature e solo il 12% ai materiali. Non si deve quindi risparmiare sui materiali, ma usare quelli più adatti a garantire efficacia e lunga durata all'intervento.

Nel corso degli anni sono stati usati vari tipi di materiali, dal semplice bitume, alle emulsioni, ai leganti modificati con polimeri e filler diversi; attualmente, negli USA si impiegano soprattutto bitumi modificati. La norma ASTM D 6690-12 è stata a lungo il punto di riferimento; oggi essa definisce 4 tipi di sigillanti:

- ▶ tipo I, per climi moderati, con prestazioni a bassa temperatura garantite a -18 con 50% di espansione;
- ▶ tipo II, per vari climi, con prestazioni a basse T garantite fino a -29 °C con 50% di espansione;
- ▶ tipo III, per vari climi con prestazioni a basse T garantite fino a -29 °C, con aggiunta però di ulteriori specifiche prove;
- ▶ tipo IV, per climi molto freddi (-29 °C, con espansione del 200%).

Partendo da queste tipologie, non sono però stati sviluppati studi sulle proprietà fondamentali dei mate- ▶

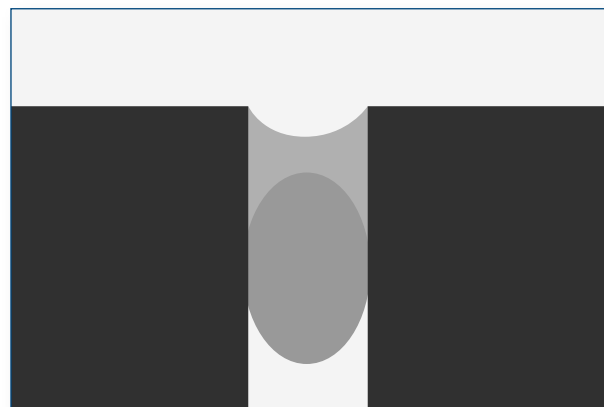


Fig. 3 Inserimento di una barretta (*backer road*) per limitare il riempimento

riali; inoltre, le correlazioni tra i test di laboratorio e le prove in campo sono molto deboli. Così, ad esempio, non si è valutato l'invecchiamento dei materiali.

Più recentemente è stato sviluppato un nuovo sistema di classificazione dei sigillanti, analogo a quello impiegato dal PG Superpave per i bitumi. Questo nuovo approccio è chiamato "Performance-based Grading System" per i sigillanti applicati a caldo; esso li identifica con un *sealant grade* (SG). Così ad esempio un sigillante SG 70-16 identifica un materiale che deve resistere a 70 °C al test di resistenza a ornaimento e deve superare le prove di rigidità, adesione e coesione a -16 °C. Come per i PG Superpave, le gradazioni SG possono essere adattate a vari ambienti e climi. Le prove per valutare le prestazioni a basse T (adesione, flessibilità, estensione) sono quelle di trazione diretta, adesione e *bending beam*. Per le alte T si usa il reometro (*dynamic shear*). Le adatte proprietà di applicazione si valutano con il viscosimetro rotazionale.

Sebbene molti operatori non facciano distinzione tra il *crack filling* e il *crack sealing*, questa suddivisione fa parte delle *best practices* per valutare le fessurazioni delle pavimentazioni. I materiali impiegati per il *crack sealing* sono in genere bitumi modificati e applicati a caldo; i materiali per il *crack filling* possono invece essere applicati sia a caldo che a freddo (spesso come emulsioni di bitume). I sigillanti a freddo sono più economici e penetrano meglio nelle fessure; non sono però così efficaci come quelli a caldo. La scelta del materiale più adatto è responsabilità del progettista, sulla base della sua esperienza e della reperibilità.

5. Esecuzione dei lavori

Come sopra detto, le condizioni climatiche hanno una influenza significativa sul risultato dell'intervento: le temperature dovrebbero rientrare nell'intervallo 4,5-21 °C. Quando è prevista la posa di un

nuovo strato (es. tappetino) sulla pavimentazione, si preferisce non riempire completamente la fessura per non creare fuoriuscite di materiale e protuberanze; queste possono formarsi durante l'applicazione dello strato caldo superiore. Normalmente si consiglia una depressione di 9 mm. Il sigillante dovrebbe essere applicato alcuni mesi (6-12) prima della posa del nuovo tappeto.

Il riempimento completo (a raso) è consigliabile quando si deve poi applicare un *chip seal* o un tappeto; data la minor temperatura del trattamento, non ci dovrebbero essere preoccupazioni per la formazione di protuberanze.

Quando non si interviene sui bordi (arrotondamento) si può impiegare una emulsione, che scorre meglio all'interno della fessura.

Se il traffico deve passare subito dopo il trattamento, si può far trabordare il riempimento oltre i margini della fessura (*overband*) senza però usare un eccesso di materiale (Fig. 4); ci si deve comunque assicurare che questo non aderisca agli pneumatici delle automobili. Questo trattamento è l'ideale per le strade con poco traffico e quando non è

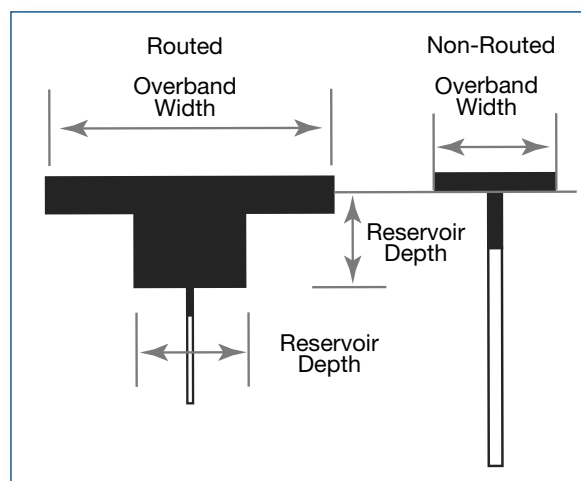


Fig. 4 Trattamento con riempimento oltre i margini (overband) nel caso di fresatura (routed, a sinistra) e di non fresatura della fessura (non-routed, a destra).

prevista la stesa di uno strato superiore di asfalto. Può essere seguito da una leggera rullatura. È controverso il fatto che la fessura debba essere tagliata (fresata) prima della sigillatura. Il taglio può essere fatto tramite una sega diamantata o una fresa (più comune). La decisione deve essere presa di volta in volta dal responsabile dei lavori. Non sono da fresare: le fessure con ampiezza minore di 3 mm; i crack a fatica; le pavimentazioni con eleva-

ta densità di fessure. In tutti i casi la fessura deve essere ben pulita e asciutta, prima di applicare il sigillante per non compromettere l'adesione dello stesso alle pareti. Questa è una delle cause più comuni di lavori fatti male.

Per avere maggiori dettagli sulle procedure esecutive dei lavori di sigillatura, si consiglia di riferirsi all'articolo completo, da cui è stata tratta questa sintesi (paper n° 45, E&E Congress, Praga 2016).

SIGILLATURA A CALDO

Le attrezzature per eseguire la sigillatura a caldo sono essenzialmente dei fusori ove i materiali, generalmente in pani solidi di varie forme e dimensioni, vengono liquefatti e portati alla temperatura di impiego per poi essere pompati, attraverso una lancia flessibile, sulla fessurazione.

La fusione può avvenire, come per gli stoccaggi del bitume, sia attraverso il riscaldamento con fiamma libera di un doppio fondo, sia attraverso un liquido intermedio, generalmente olio diatermico, riscaldato da un caldaia installata sulla stessa macchina.

Le macchine di ultima generazione sono tutte a riscaldamento oleo-termico in quanto la frequente presenza, nel prodotto da utilizzare, di alte percentuali di polimeri rende ancora più importante un accurato controllo della temperatura massima per evitare problemi di deterioramento del polimero oltre che, naturalmente, del bitume stesso.

Le alte percentuali di polimero, necessarie per raggiungere le prestazioni richieste (allungamento a trazione e resistenza alle basse temperature), innalzano notevolmente la viscosità che deve essere ridotta attraverso un innalzamento della temperatura del prodotto sino al punto di applicazione.

Per evitare che il prodotto, che esce generalmente a 170/190 °C dal fusore, si raffreddi eccessivamente durante il percorso nella lancia flessibile, viene generalmente utilizzato un riscaldamento della stessa.

Il metodo comunemente più impiegato è quello di cavi elettrici riscaldanti; il problema è che non è possibile raggiungere uno scambio termico sufficiente a risolvere il problema, ma solo a ridurlo leggermente. Un metodo certamente più efficace è l'utilizzo di olio diatermico che accompagna e riscalda il prodotto sino alla sua uscita dalla lancia.

Per agevolare la pulizia delle fessure, ed evitare che il prodotto si raffreddi troppo velocemente a contatto con la superficie fredda della pavimentazione, è buona pratica impiegare una lancia termica che utilizzi sia aria compressa per la pulizia che aria calda per innalzare la temperatura di tutto il giunto.

Senza questo ausilio il prodotto potrebbe non penetrare a sufficienza o non aderire adeguatamente alle pareti del giunto.