

橋梁はなぜ凍結するのか？



結露凍結

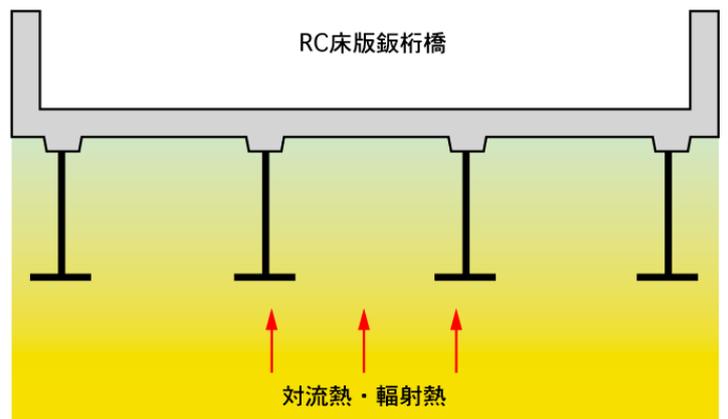
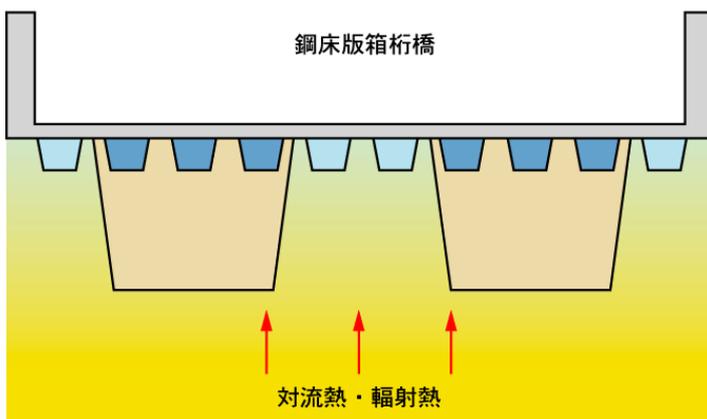
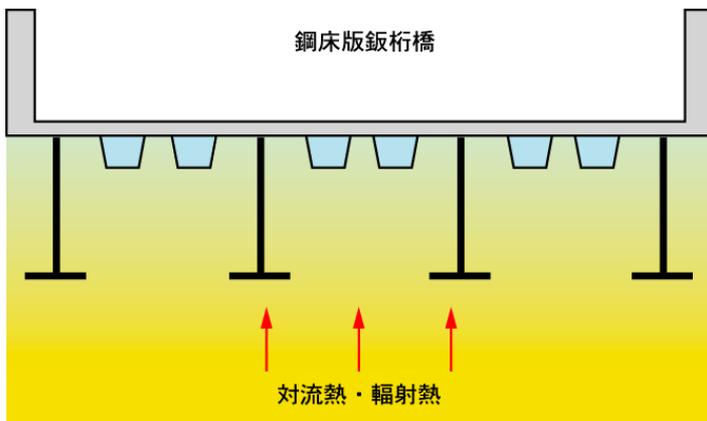
凍結は水分がなければ起こりません。水分は降雨・降雪によるものと、結露によるものがありますが、それらの水分が橋梁本体の温度低下に伴って凍結をおこします。

橋梁の凍結を検討する上でより重要なのは結露による凍結です。橋梁は、その前後の地盤部と比較して熱容量が小さい＝熱しやすく冷めやすいために、冬季間特に放射冷却のあった日の橋梁の温度は著しく低下します。つまり「前後の地盤部が全く凍結していなくても橋上だけは凍結している」という状態が頻繁に発生することになるのです。

床版形式による耐凍結性

特に、鋼床版橋梁はRC床版橋梁に比べて熱容量が小さく、凍結を起しやすい構造と言えます。中でも箱桁形式やUリブを使用した形式の場合は、桁下の空気による対流熱や、桁下の道路や河川からの輻射熱を遮断する形になり、より凍結しやすい状況になっています。

橋梁の凍結を車のドライバーの立場から見ると、橋梁とその前後の路面状況に大きな不連続性が生じていることから非常に危険な状態になっていると断言でき、事実、残念なことに冬季間における交通事故は後を断ちません。



凍結抑制のしくみ

熱容量の増大

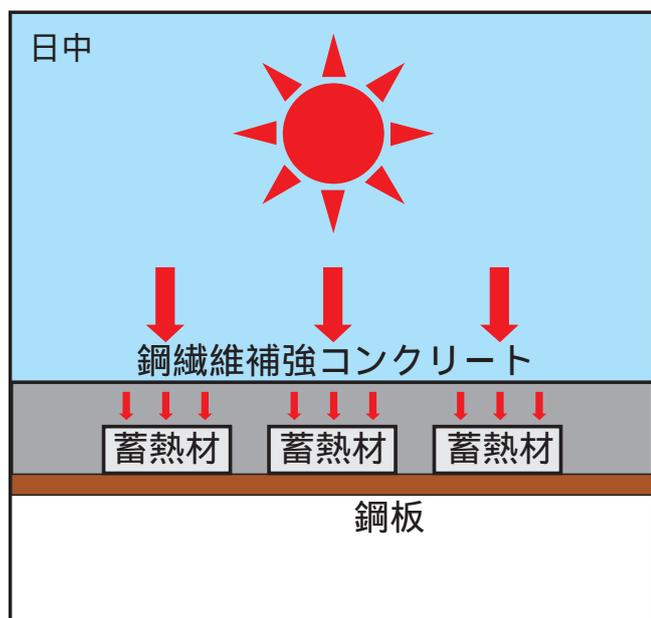
橋梁はその熱容量が小さいことから凍結するので、橋梁の凍結を抑制するには橋梁の熱容量を増大させてやればよいわけです。ここでは特に凍結の起きやすい鋼床版の凍結抑制技術についてご紹介します。

蓄熱材の封入

熱容量、特に凍結直前の熱容量を大きくするために鋼床版の舗装内に潜熱蓄熱材入りの角パイプを埋設します。蓄熱材にはパラフィンを用います。蓄熱材が満たすべき条件としては、第一に大きな熱容量が得られること、次に化学的に安定していること、そして、軽くてコンパクトなものという条件が挙げられますが、パラフィンはその全てを満たす蓄熱材です。

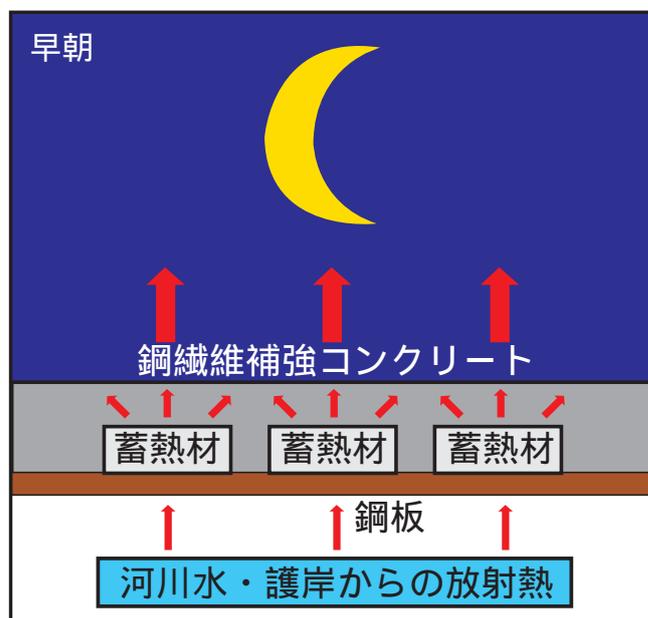
パラフィン

パラフィンは $3.1 \sim 4.6$ で凝固しますが、その際に 1g あたり約 30cal の熱（潜熱）を発生します。一方水は 0 で凍結するので、橋梁の温度が徐々に下がって水分が凍結する直前でパラフィンからの熱を受けることになり、凍結が抑制されることとなります。



太陽熱を蓄熱

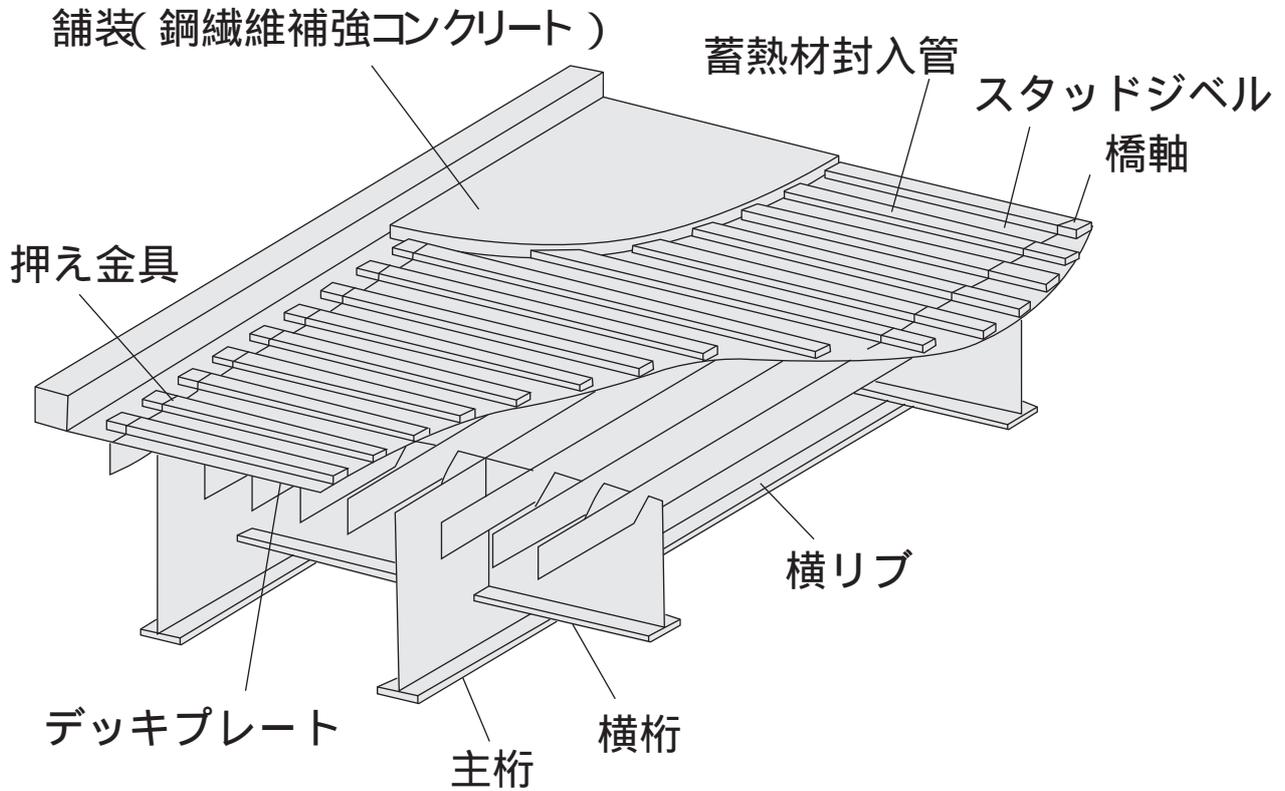
蓄熱材：個体 $\xrightarrow{\text{約4}}$ 液体



潜熱の放熱（凍結抑制）

蓄熱材：液体 $\xrightarrow{\text{約3}}$ 個体

凍結抑制型合成床版の構造



コンクリート断面から突き出ている細かい繊維が鋼繊維です。

床版はデッキプレートにスタッドジベルを打ち、蓄熱材を封入した角パイプを並べ、おさえ金具で固定します。その上に熱伝導の良い珪石を用いた鋼繊維補強コンクリートを打設し、最後にアスファルト舗装をします。この床版構造は、デッキプレートと鋼繊維補強コンクリート(SFRC)がスタッドジベルを介して一体化された合成床版となります。