

ヒーティングケーブルを埋設したコンクリート床版の輪荷重走行試験

片山ストラテック(株)

正会員

○山本将士

正会員

山野 修

中日本高速道路(株)

畔柳昌己

正会員

溝上善昭

正会員

松下穂高

大阪工業大学 八幡実験場

フェロー

松井繁之

1. はじめに

谷川橋（上下線）および敦賀ジャンクション橋は、舞鶴若狭自動車道と北陸自動車道を接続する敦賀ジャンクション内のランプ橋である。敦賀ジャンクションは積雪寒冷地に指定されており、冬季における路面凍結や積雪による交通障害が予想される。これらの対策として、凍結防止剤の散布、車両による除雪および舗装基層部へのヒーティングケーブル（以下、ケーブル）を配置して融雪を行うロードヒーティング等が一般的である。

本橋は、縦断勾配が大きく、ランプ部に位置することからロードヒーティングによる融雪対策を計画している。従来のロードヒーティングは、舗装基層部へケーブルを配置するため、舗装打替え時にケーブルが切断されて張替えが発生するなど補修工事のコストや工期に多大な費用や労力がかかる事象が発生している。このような現状を踏まえ、長期的な融雪機能の確保や LCC 最適化を目指し、コンクリート床版内へケーブルを配置することを検討した。本稿では、輪荷重走行試験を実施し、ケーブルを埋設した床版の疲労耐久性および床版のひび割れ状況を確認した結果について述べる。

2. 試験体の概要

本試験は、大阪工業大学八幡実験場の自走式ゴムタイヤ輪荷重移動載荷装置を用いて実施した。試験体の形状を図-1 に、コンクリートの仕様を表-1 にそれぞれ示す。試験体は、幅 2.8m、長さ 3.4m とした。また、床版厚は 22cm とし、鉄筋は主鉄筋 D 13 および配力鉄筋 D25 をそれぞれ 125mm 間隔で配置していずれも実橋と同じとした。ケーブルは、配線方向や継手などを考慮して橋軸方向および橋軸直角方向に配置した場合の 2 ケースとし、2 体製作した。本稿では、2 ケースの結果が類似しているため橋軸直角方向に配置した試験体について述べる。なお、実橋は PC 床版であるが、本実験はコンクリート床版にケーブルが配置されたことによる影響を把握することが目的であるため、PC 鋼材相当分の異形鉄筋 D29 を 750mm 間隔で配置することで代替した。試験体の支持条件は、床版支間 2.5m の単純支持で橋軸方向の両端部は横桁による弾性支持とした。

3. 試験方法

輪荷重は、実橋の大型車の計画交通量 6,000 台/日以上における供用 100 年間を想定した荷重載荷回数を算出した。載荷ステップは、100kN で 0.5 万回、150kN で 0.5 万回、170kN で 7 万回および 190kN で 4 万回の繰返し載荷とした。

キーワード：舞鶴若狭自動車道、ロードヒーティング、ヒーティングケーブル、輪荷重走行試験、疲労耐久性

連絡先：〒551-0021 大阪府大阪市大正区南恩加島 6 丁目 2 番 21 号 TEL: (06)6552-1235, FAX: (06)6551-5648

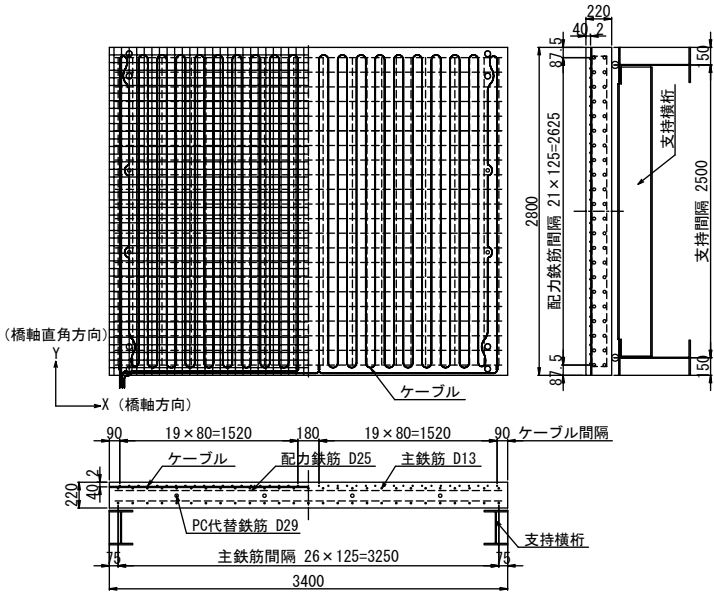


図-1 試験体形状

表-1 コンクリートの仕様

	設計値	実測値
圧縮強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{28}=41.2\text{N/mm}^2$
スランプ	10.5cm	9.5cm
空気量	4.5%	3.7%
セメントの種類	普通セメント	
最大粗骨材寸法	20mm	
混和剤	AE減水剤	

計測は、各载荷ステップおよび8万回までは2万回毎、8万回以降は1万回毎に静的载荷を行い、床版表面のひび割れ状況を目視観察してマーキング・スケッチした。また、各载荷時にケーブルの断線の有無を確認した。

4. 試験結果

試験体中央のたわみと走行回数の関係を図-2に示す。総たわみは、初期载荷時100kNで約0.4mmとなっている。その後、段階的に荷重を大きくし、1万回走行時150kNでは0.92mmとなり、8万回で190kNに荷重を増加して12万回走行したが破壊には至っておらず、総たわみは1.76mmであった。

試験体中央における橋軸方向および橋軸直角方向の100kN換算した活荷重たわみの分布を図-3、図-4にそれぞれ示す。図に示す解析値は、FEMによる直交異方性板解析により全断面有効および引張無視断面を計算したものである。ここで、タイヤの载荷範囲はプレスケールを用いて190kN载荷時の圧力分布を測定し、370mm×320mmとした。初期载荷時の活荷重たわみは、コンクリートが全断面有効の理論値と良く一致している。また、12万回走行終了時は0.59mmとなっており、引張無視断面の解析値に対して0.5倍程度となり劣化度は $D_d=0.28$ と残存耐久性は大きいことが確認できる¹⁾。

12万回走行終了時の床版下面ひび割れ状況を図-5に示す。初期ひび割れは、1万回走行時に橋軸方向に発生しており、たわみは急激に増加している。また、6万回走行時まで橋軸方向のひび割れが進行し、3本のひび割れがみられた。8万回走行時には橋軸方向ひび割れから橋軸直角方向にひび割れが進展し、その後、12万回走行終了時に至るまでひび割れは緩やかに進展した。一方、床版上面は乾燥収縮による毛細なひび割れがみられたものの、繰り返し荷重に伴う橋軸直角方向のひび割れはなかった。実験終了後、ひび割れ面を切断して観察したが、床版下面から上面へ貫通するようなひび割れは発生していなかった。

5. まとめ

輪荷重走行試験を実施して床版内にケーブルを配置したコンクリート床版の疲労耐久性および床版のひび割れ状況を確認した。その結果、疲労破壊することなく12万回の走行を終了した。また、たわみによる劣化度は0.28と小さく、設計供用期間100年間相当の床版の疲労耐久性を有していると考えている。

参考文献

- 1) 松井繁之著：道路橋床版，設計・施工と維持管理，pp.44-56，森北出版（株），2007.10。

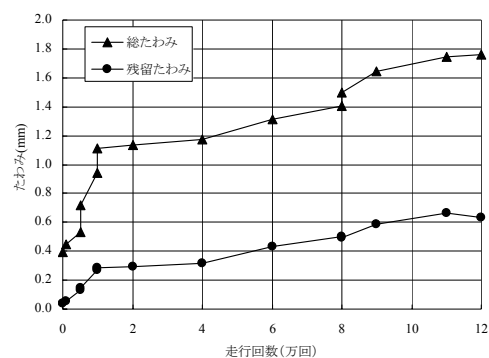


図-2 たわみ－走行回数の関係

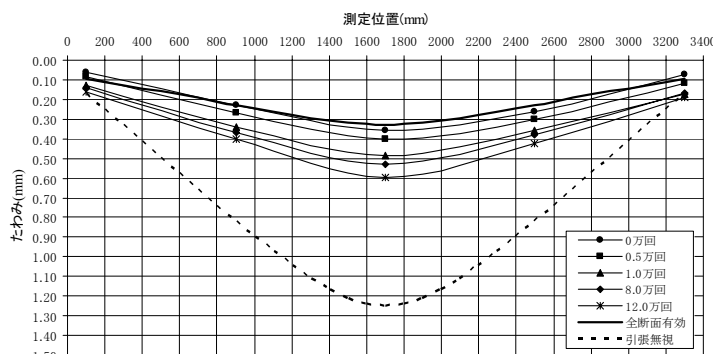


図-3 橋軸方向の活荷重たわみ分布

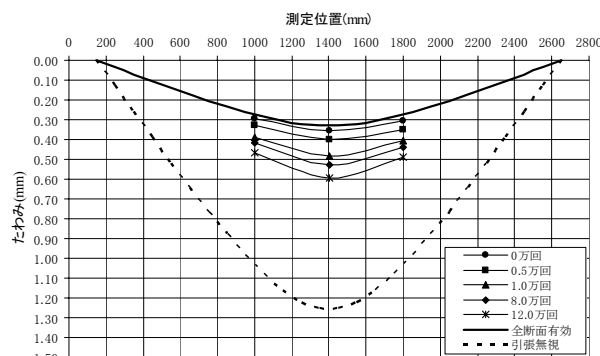


図-4 橋軸直角方向の活荷重たわみ分布

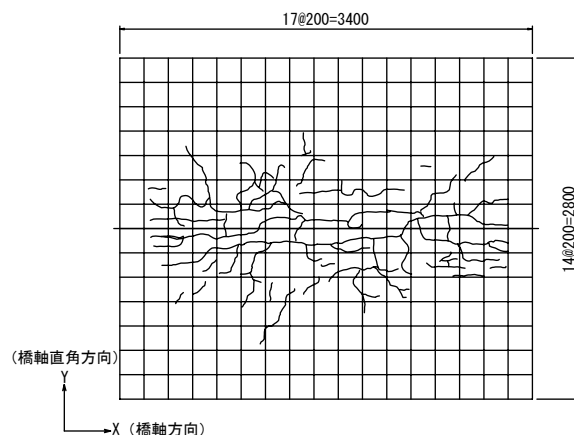


図-5 床版下面のひび割れ状況