

鉄道路盤の凍上対策検討のための現地温度計測

(独)鉄道・運輸機構 正会員 丸山 修 正会員 青木 一二三
野田 軍治
(株)複合技術研究所 正会員 田村 幸彦
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 小島 謙一

1. はじめに

寒冷地に建設する鉄道路盤においては、凍上対策が重要な検討事項である。凍上現象は、気象・気温、地形・地質、路盤・路床材の水分特性・伝熱特性、地下水位などの条件が関係して複雑なメカニズムで発生する。

この凍上現象の解明と合理的な凍上対策検討の一環として、冬季（12月～4月）におけるスラブ軌道路盤の温度分布を把握することを目的として現地温度計測を実施した。

2. 計測概要

現地温度計測は、東北新幹線・七戸付近の本線から約100m離れた施工ヤードにおいて、実物大規模のスラブ軌道路盤を構築して実施した。図1は施工・計測平面および断面を、図2は計測センサー（熱電対）の配置の詳細を示したものである。施工は表土を約1m掘削して路床面を露見させ（写真1）Bo計測ラインでは路床面以深をボーリング削孔し（66mm）熱電対を取付けた塩ビパイプ（30mm）を挿入した。塩ビパイプの中空部および地山との空隙は珪砂を投入して埋め戻した。路床の上には、修正 Berggren 法による凍結深さの試算（凍結指数 $F=290$ ）結果から、凍上対策として置換厚70cmの粒調整石砕層を施工した。砕石中の熱電対は施工に伴い設置した。砕石層完了後、コンクリート路盤（計測後の撤去を考慮して無筋とした）を構築し、コンクリート下面（砕石層天端）、コンクリート中（表面から

15cm 深さ）および表面（表面から5mm程度の深さ）にも熱電対を設置した。Bo計測ラインでは、路床（深さ4mまで）・砕石層・コンクリート路盤の温度を計測し、面的な温度分布の補完を目的として、砕石中の2点を測定するTa計測ライン（7箇所）を設けた。また、外気温はBo1,3の2箇所（A1,A2）において熱電対を百葉箱内に設置して計測した。また、降雪時には迅速に除雪を行い、積雪の影響を可能な限り排除した。計測はデータロガーによる自動計測（サンプリングタイム：1時間

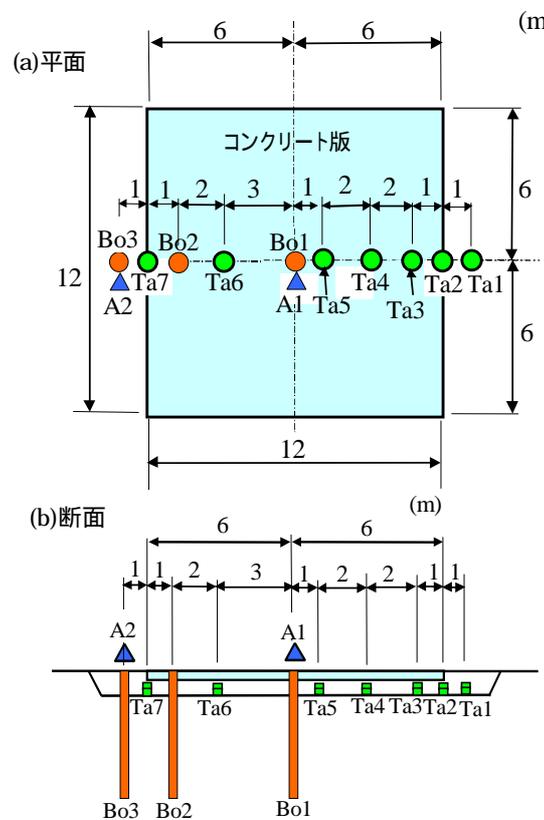


図1 試験概要（平面、断面）

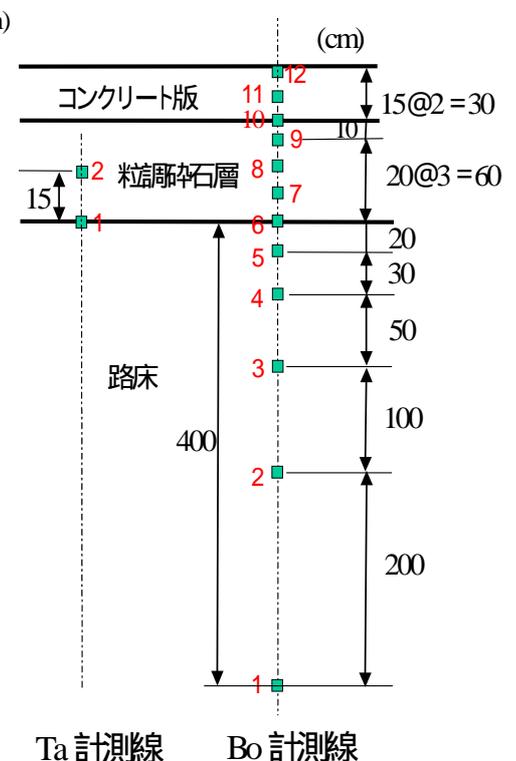


図2 地中部温度センサーの配置

キーワード：鉄道、凍上、路床、路盤、

連絡先：横浜市中区本町 6-50-1・TEL.045-222-9082・FAX.045-222-9102



写真1 試験ヤード全景 写真2 施工・計測設置完了
)とし、携帯電話を用いた遠隔データ通信システムにより

データの管理を行った。コンクリート路盤打設3日後の2004年11月27日より計測を開始し、計測途中の2005年4月10日までのデータをまとめた。

3. 計測結果

図3は外気温(A1)の経時変化を示したものである。12月から2月にかけて、平均気温は下降し、おおよそ、日中の気温は5 未満、夜間は -5 度前後であり、この期間の最低気温は2月2日の -13 であった。図4はBo計測ライン(Bo1、Bo3)の午前6時における鉛直方向温度分布の経時変化を示したものである。今季の最低気温を記録した2月2日には、コンクリート路盤(Bo1)の下面(地表-30cm)において零度を下回った(-1)。一方、碎石路盤(Bo3)における同深度の温度は2 であり、コンクリートと碎石の伝熱特性の相違を顕著に示す結果となった。外気温は3月7日以降概ね上昇しているが、路床面から50cm程度以深の温度分布は外気温に対し遅れて冷却側に推移しており、4月10日においても上昇の傾向は見られない。図5には路床面における水平方向の温度分布の経時変化を示す。この深さでは、3月15日頃の2~4 が概ね冷却側推移の折り返し点であり、その後は外気温の上昇にしたがい上昇傾向にあることが確認された。

4. おわりに

鉄道路盤を模擬した路盤の現地計測から外気温の変化に伴う地中内における温度変化を求め、複合材料の熱伝導挙動として熱伝導特性の違いに伴う熱伝導挙動や位相差を得た。本計測は地中の温度が上昇し、安定するまで計測を予定している(4月末)。終了後は、計測器機の検定を実施してデータの再評価を行い精度の向上を行う予定である。今後はこの結果を基に地中内熱伝導状態を把握し、土質材料の室内試験結果や数値解析等を実施し、合理的な凍上対策工の検討を行う予定である。

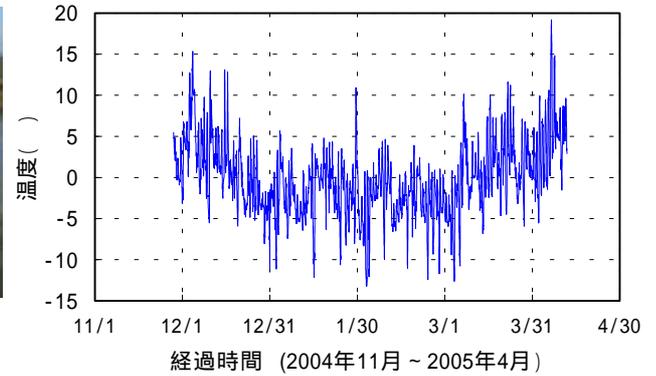


図3 外気温の経時変化

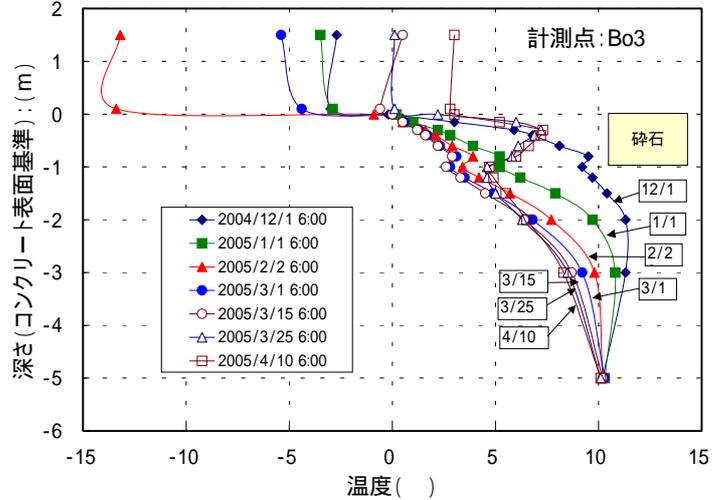
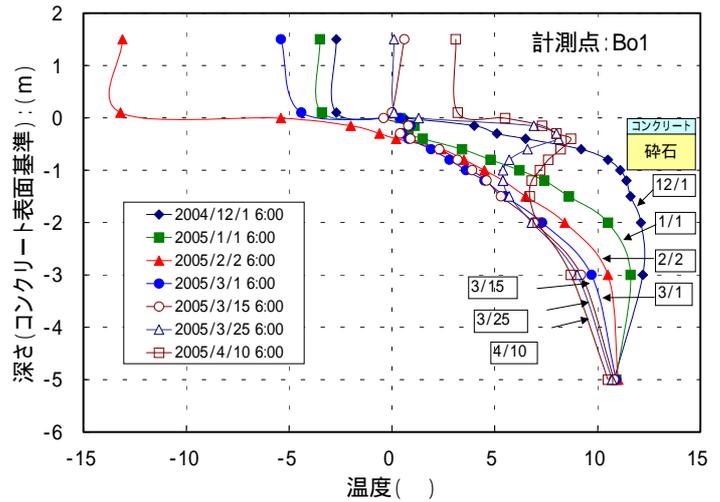


図4 Bo1,3 計測ラインの鉛直方向温度分布

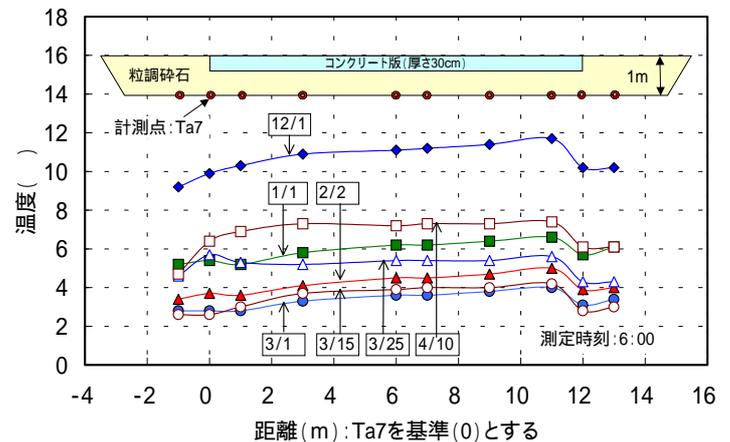


図5 路床面の水平方向温度分布