

IV-253 スラブ軌道の温度変化時における荷重変形特性(その2)

鉄道総合技術研究所 正会員 安藤勝敏
 鉄道総合技術研究所 掘池高広
 鉄道総合技術研究所 正会員 三浦 重

1. まえがき

スラブ軌道は開発から採用に至る期間が比較的短かったこと等から、温度変化に伴う軌道スラブの反り現象等、未解決な問題点が残されている。本研究の目的は、このような軌道スラブの温度変化による変形の特性と変形時の荷重に対する応答特性を明らかにし、今後の設計にこれを反映させることにある。ここでは、前年度の急激な温度変化(+50℃~-30℃)のもとでの試験結果¹⁾に引き続いて、今年度は1日の実際の温度変化を模擬した気象条件下での試験結果について報告するとともに、熱応力による変形解析を行った結果について述べる。

2. 試験

2.1 試験方法

鉄道総合技術研究所の材料耐候性試験装置¹⁾を用いて実物大のスラブ軌道に図1に示す3パターンの温度変化を与え、そのときのスラブ軌道各部の温度、変位およびひずみを測定するとともに、新幹線の輪重に相当する荷重としてスラブ軌道中央部に80kN、端部に40kNまで載荷し、同様の測定を行った。図1に示す温度変化パターンは盛岡地区における過去の記録および鉄道総合技術研究所付属の日野土木実験所における実測値をもとにパターン化したもので、パターンIについては日射を組み合わせている。今回の供試軌道は60kgレール、直結8形レール締結装置、軌道スラブ(4.93×2.34×0.19m)、セメントアスファルト(CA)モルタル(厚さ50mm)、定盤コンクリート(厚さ400mm)から成る新幹線用普通A形スラブ軌道である。図2は端部載荷の場合の測点配置を示す。

2.2 試験結果

図3は10℃~30℃の範囲で試験室内の温度を変化させた場合の測定例(パターンI)で、T0は試験室温度、Z4はスラブ上下変位、F3は軌道スラブ表面ひずみを示す。Z4とF3に関して、実線は温度変化のみによるそれぞれの挙動を示し、破線はその時刻に輪重P=39.2kNを載荷したときの測定値を示す、また、破線と実線の差が荷重に対応した応答値を意味している。この図から明らかに温度変化による反りが認められ、これに起因した支持条件の変化等により、軌道スラブ表面ひずみにかなりの変動が認められる。このことは、温度変化時に列車走行試験が行われた場合、例えば秋季の一日の温度差の大きい時期には、温

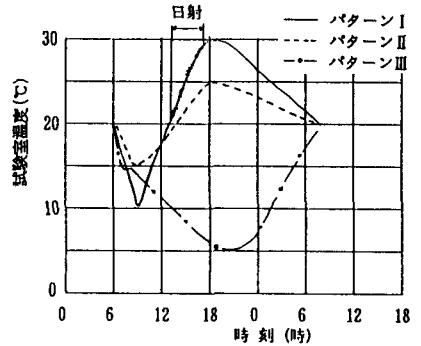


図1 試験室温度変化パターン

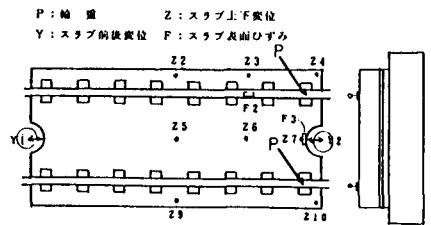


図2 端部載荷の場合の測点位置

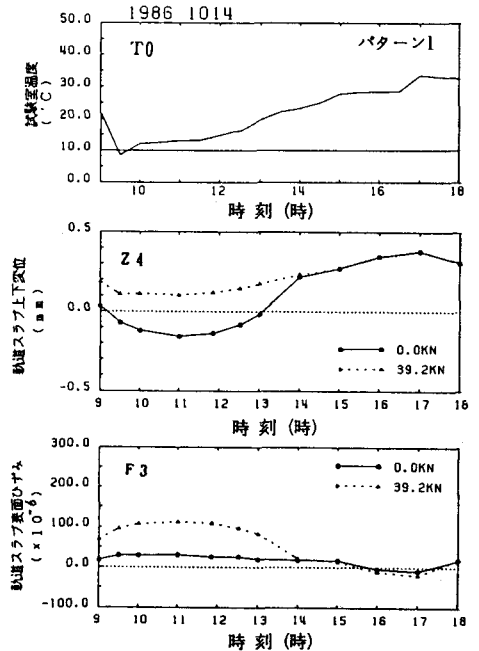


図3 温度と荷重による測定値の時間変化

度の高い昼過ぎに小さかった変位および応力等の測定値が温度の低下とともに夕方には大きくなることが想定される。

図4は図3に示した測点のうち隅角部の軌道スラブ上下変位Z4について荷重との関係を図化したもので、荷重～変位曲線の傾き（見掛けのばね係数）が時刻とともに大幅に変化することが明らかである。

3. 理論解析

3.1 軌道スラブの熱伝導解析

スラブ軌道に温度変化を与えた場合の挙動および荷重による変形挙動を把握するためには、軌道スラブの温度分布を知ることが必要とされることから、有限要素法による3次元非定常熱伝導解析を行った。図5は、日射がない場合の計算結果の例（パターンⅢ）で、軌道スラブ隅角部の2測点（節点番号45, 183）について温度測定値と計算結果の比較を行ったものである。計算モデルは対称性を考慮して全体の1/4に分割し、要素は8節点立体要素を用いた。

3.2 軌道スラブの熱応力解析

上記の熱伝導解析の結果をもとに、各時刻の軌道スラブの3次元熱応力解析を試みた。この場合、軌道スラブとCAモルタルは別々の挙動をすることから両者の接触面を不連続面として取り扱うことが望ましいが、簡単のため構成部材はすべて連続な弾性体と仮定した。ただし、CAモルタルが軌道スラブの変形を拘束しない様その弾性係数は軌道スラブと比べて十分小さくした。図6はパターンⅢについての解析例で、各時刻における軌道スラブ隅角部の上下変位の計算値を測定値と比較した結果は図7の通りである。図に見られるように、分割がかなり粗いにもかかわらず、日射のない場合には計算結果は測定値とかなりよく一致した。

4. まとめ

以上の結果、一日の温度変化が20℃程度の場合でも軌道スラブの変位やひずみに与える影響が認められ、荷重変形特性もかなり変動し、その実態は理論解析によってもかなり説明できることが明らかとなった。

今後は、日射および不連続体としての扱いを考慮するなど解析手法の改善を図るとともに、既設軌道における実態を調査し、耐久性への影響の把握、設計および保守方法の最適化を図って行く必要がある。

文 献

- 1) 安藤勝敏：「スラブ軌道の温度変化時における荷重変形特性」

土木学会第41回年次学術講演会概要集、第4部、N-190

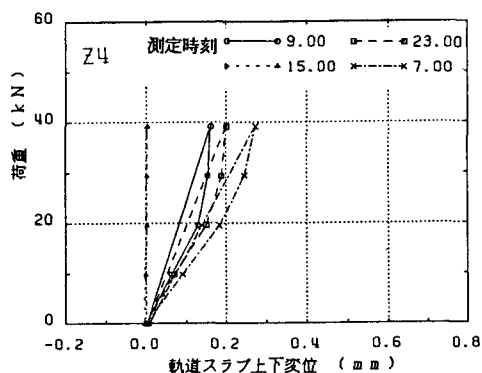


図4 荷重～変位曲線

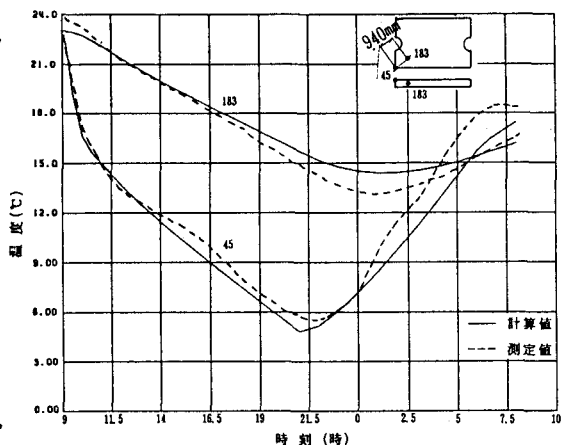


図5 スラブ軌道の非定常熱伝導解析結果の例

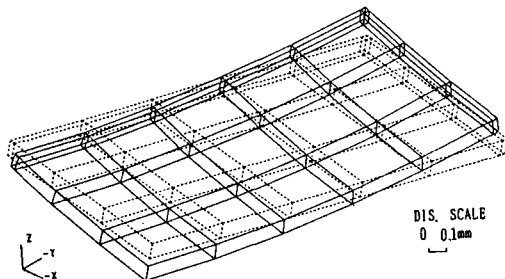


図6 軌道スラブの熱応力変形解析結果の例

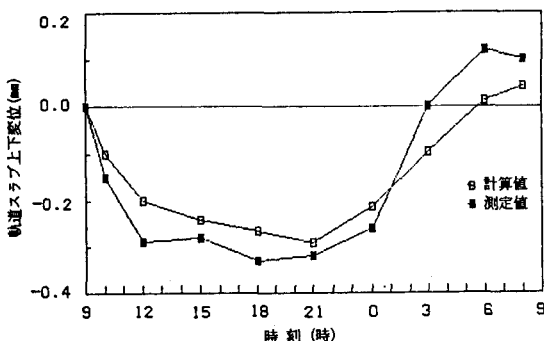


図7 温度変化に伴う軌道スラブの上下変形