

## I-314

## 浮上式鉄道の長大橋梁におけるコイル位相差を考慮したガイドウェイの構成

鉄道総合技術研究所 正員 岡田勝也 正員 佐藤 勉  
正員 村田信之 正員 橋本 渉一

## 1. まえがき

浮上式鉄道の推進・制御方式としてリニアシンクロナスマータを用いる場合には、車両に搭載した超電導磁石と地上コイルが所定のピッチ通りに並んでいる場合が最も効率が良い。しかし実際には車両の熱伸縮やガイドウェイを含む土木構造物の熱伸縮などにより、ピッチが変動し所定の出力を発揮できなくなる場合がある。ここでは長大橋梁上に敷設されたガイドウェイの熱伸縮やコンクリートのクリープ等によるコイルの位相ズレが浮上式鉄道車両の推進力に及ぼす影響を述べ、橋梁計画に配慮する必要があるガイドウェイの設定条件について述べる。

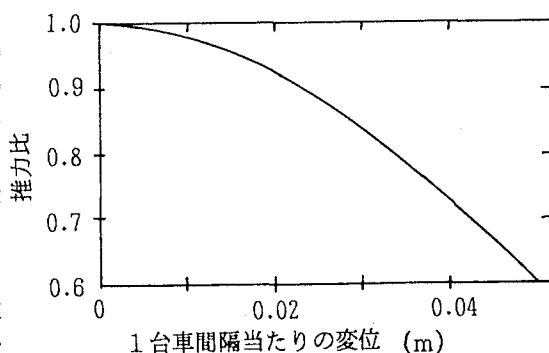


図1 位相ズレと車両の推力特性

## 2. 地上コイルの車両推力に及ぼす影響

ガイドウェイに取り付けられる地上コイルと超電導コイル（極ピッチ  $P=1350\text{mm}$ ）が正規の位置に対して  $\Delta x_i$ （ $i$  は車両の先頭台車を基準とした  $i$  番目の台車を言う）だけずれている時その位相ずれ  $\Delta \theta_i (= \pi \Delta x / P)$  に対応した列車の推力  $P$  は、

$$P = \sum F_i = \sum (F_0 \cdot \cos \Delta \theta_i)$$

で表される。上式をもとに列車としての推力低下率と1台車当たりの位置ずれ量の関係を示すと図1のようになる。図1から推力低下率を10%に抑えるためには24mmであるので、車両長350mmに対しては最後尾台車の最大位置ずれは336mmとなる。このうち長大橋梁に対して与えられる連続的な位相ずれの限度として250mmとする。

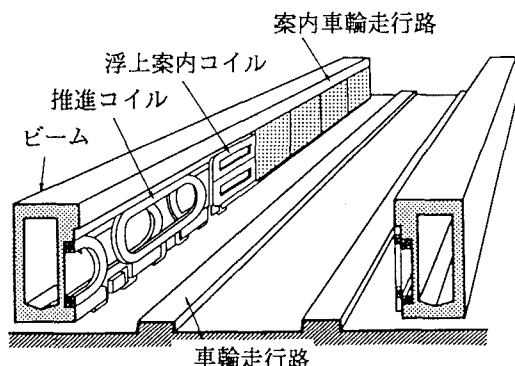


図2 ガイドウェイの構成

一方、列車の推力に影響を及ぼすものには上述の連続的な位相ずれの他、橋梁端部やビームの目地で発生するコイルの一過性の空隙、一過性の位相ずれがあるが、この限度値については超電導コイルに発生する変動特性解析から、それぞれ200mm、80mmとした。

## 3. ガイドウェイの構成と長大橋梁のモデル

ガイドウェイは、橋梁上部工に図2のようにコイルを取り付けたビームとして構成する単純支持構造を有するものとする。図2のビームは工場生産され現場に搬入されるので、コイルのピッチと運搬、架設を考慮して長さの標準を12.58m、標準目地を20mm、全長12.6mとした。

長大橋梁のモデルとして、スパン88.2mの2径間連続（橋長176.4m）複線2室PC橋を考える。この橋梁のガイドウェイは14連のビームで構成されるものとする。なおその前後は単純桁が連続するものとした。

この橋梁構造がコイルの位相差に及ぼす要因としては、温度伸縮以外にコンクリートの乾燥収縮、クリープがある。橋梁のシェーの配置を図3(a)のように仮定し、桁コンクリート打設後3ヵ月後にガイドウェイが施工されるものとし、その後の乾燥収縮とクリープがコイルの位相ずれに影響を及ぼすものとした。

## 4. ガイドウェイのコイルの位相差などの推定

a) ガイドウェイ完工直後：年平均気温の時にはビーム支点部には標準目地間隔 20mm に相当する隙間があるに過ぎない。したがってこれらは2.の条件、一過性の空隙： $20 < 200\text{mm}$ ，連続的位相ずれ： $0 \leq 250\text{mm}$ ，1 コイル位相ずれ： $0 < 80\text{mm}$ を満足する。

b) クリープと乾燥収縮の進行後で冬期の時：この場合には年平均気温の時であっても位相差と空隙が生じることになるが、厳しいのは冬季の時であり、桁は温度収縮により図3(c)のようになり、車両長350mm間の連続的位相ずれの最大値は支点B D間で起こり、114mmとなる。1 コイル間の位相ずれの最大値は支点Dで生じ、90mmである。一過性の空隙の最大値は110mmである。これらのうち1 コイル間の位相ずれについては2.の条件を満足しないのでコイルの位相ずれを何らかの方法で調整しなければならなくなる。

##### 5. ガイドウェイのコイルの位相調整方法

コイル調整方法として次の3つ、すなわち①橋梁計画で上部工のシュー配置を考慮する、②橋梁計画でガイドウェイの目地間隔を調整する、③共用開始後ビームを線路方向に移動する、方法がある。

ここでは②の方法を述べる。これは、ガイドウェイの目地を施工時点から標準目地の20mm以上の間隔で施工しておき、クリープと乾燥収縮の終了時点において、位相差の少ない状態を確保しようとするものである。すなわち、桁BCと桁CD上の支点Bと支点D寄りのビーム4連ずつの目地間隔を30mmに設定する。その結果、支点Bと支点Dに接する端部コイルは40mm短くする必要がある、これらのビームの長さだけは12.54m（目地を含まず）になる。

a) ガイドウェイ完工直後：車両長350mm間の連続的位相差の最大値は支点B D間で起こり、80mmとなる。1 コイル間の位相差の最大値と一過性の空隙の最大値は支点BとDで生じ、40mmである。これらは2.の条件を満足する。

b) クリープと乾燥収縮の進行後で冬期の時：位相ズレが厳しい冬期については図3(d)のようになるが、1 コイル間の位相差の最大値は支点Dで50mm、一過性の空隙は110mmとなる。連続的位相差の最大値はこの長大橋梁の中では起こらず、両端に連なるスパン50.4m、37.6mの橋梁において発生することになり車両長さ350mm間では支点Zと支点Eの間において、58mmとなる。

すなわち、一過性の空隙： $110 < 200\text{mm}$ ，1 コイル位相差： $50\text{mm} < 80\text{mm}$ ，連続的位相差は他の橋梁区間で発生し  $58 < 250\text{mm}$  となって、2.の条件を満足することになる。

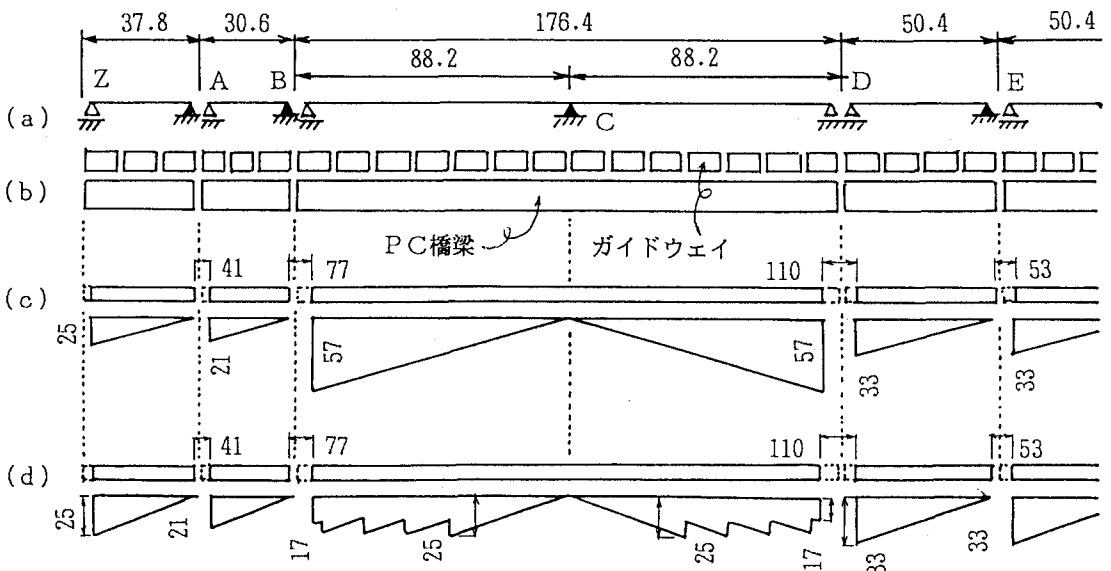


図3 長大橋梁のコンクリートの乾燥収縮・クリープ、温度収縮を考慮した地上コイルの位相ズレ