

超多径間連続ラーメン高架橋の温度変化・乾燥収縮の影響軽減と耐震性を実現する柱主筋の速度依存型定着機構に関する一考察

JR 東日本コンサルタンツ (株) フェロー会員 ○小林 薫, 正会員 山下修史
東日本旅客鉄道 (株) 正会員 鈴木 雄大, 渡部 太郎

1. はじめに

鉄道高架橋では、RC ラーメン構造が多用されている。この理由は、合理的で経済的な構造であるからである。RC ラーメン高架橋では、温度変化、乾燥収縮の影響を小さくするため、適当な長さで区切っている¹⁾。

一方で、1970年代半ばころ、高架橋を半無限長にする研究²⁾が行われた。半無限連続高架橋の発想は、ロングレールの理論が高架橋にも適用できるはずであるという考え方から出発している。ロングレールは、長さが200m以上のレールで、温度変化による挙動が両端部のある一定区間にのみ伸縮が起こり、中間の大部分は完全に拘束されるというものである。多径間連続ラーメン高架橋を考えると、中央から両端部に向かうに従って、温度変化および乾燥収縮による脚柱上端の変位量は次第に増大し、不静定力の影響も大きくなる。超多径間連続ラーメン高架橋では、ある径間数以上になれば、中央部において上層はり完全に拘束されて伸縮せず、両最終端部の伸縮量もはるかに小さいある一定値に収まるであろうという考え方である。

種々の検討の結果、50径間連続ラーメン高架橋が1981年に完成³⁾した。50径間連続ラーメン高架橋の構造的特徴として、高架橋中央付近の領域では拘束応力が作用するため、上層梁はI型断面の鋼材が配置されたSRC構造、他の上層梁と柱部材がRC構造の混合構造となっている。実際の施工では、通常の高架橋の1ブロックとなる3~4径間ごとに施工し、数か月経過後に連結して50径間連続ラーメン高架橋を構築した。このような施工方法を採用した理由は、乾燥収縮の時間経過を考慮し、できるだけ進行したあとに連結しようとしたためである。

50径間連続ラーメン高架橋では、温度変化による影響は両端部付近となる。両端部における伸縮量により、柱部材には不静定力が発生し、ひび割れが生じる可能性がある。このひび割れを防止するために、仮に柱の結合条件をピン結合とした場合、耐震性能には寄与しなくなるので、不動区間の柱で地震時慣性力を負担する必要があるため、柱断面の増大を伴う可能性がある。そこで、温度変化に伴うゆっくりとした変形挙動には抵抗せず、地震時のような動的な変形挙動には抵抗する、柱主筋における速度依存型の定着機構を考えた。図1に、速度定着機構の略図を示す。本検討では、模型試験体を作成し実験的な検討を行ったものである。

2. 実験概要

(1) 試験体概要

図2に、試験体略図を示す。試験体の断面寸法は、400mm×400mmで、軸方向鉄筋はD19 (SD345)を引張側で5本配置し、軸方向鉄筋比は1.0%程度となっている。帯鉄筋は、D13 (SD345)を80mm間隔で配置し、耐力比で2.2とした。軸方向鉄筋の定着は、SGP-25Aを外筒管としD19挿入後、粘性体を充填した。

キーワード 多径間連続ラーメン, 定着, 速度依存
連絡先 〒331-8513 東京都品川区西品川一丁目1番1号大崎がーデンタワー14F JR東日本コンサルタンツ(株) TEL03-5435-7629

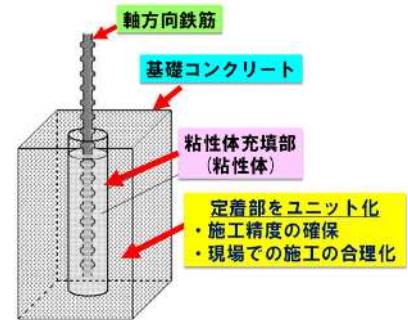


図1 速度依存型定着機構の略図

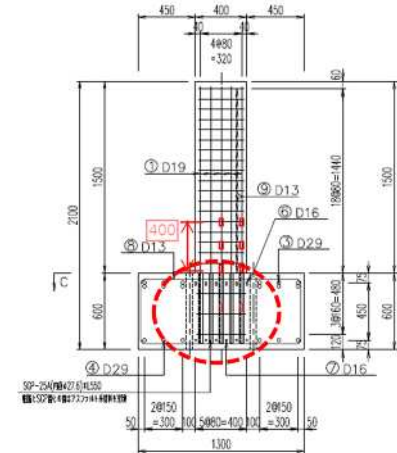


図2 試験体略図

(2) 荷重試験の概要

図3に、試験体設置状況を示す。試験体への荷重は、試験体天端付近に荷重点を設け、動的アクチュエータを載荷板を介して接続し、加振周波数を5Hz一定とした正弦波を作用させ、変位振幅を変化させることで、作用速度、作用加速度を変化させた。

3. 実験結果の概要

図4(a)~(c)に、動的加振実験結果を示す。図4(a)は、最大振幅が±30mm程度の結果である。最大反力は、正側が+62kN、負側が-46kNだった。図4(b)は、最大振幅が±43mm程度の結果である。最大反力は、正側が+106kN、負側が-74kNだった。図4(c)は、正側最大振幅が+71mm、負側最大振幅-46mm時の結果である。最大反力は、正側が+189kN、負側が-114kNだった。鉄筋降伏時の反力が180kNであることから、正側最大振幅+71mm時に鉄筋降伏した。写真1に、実験終了後の試験体の状況を示す。試験体基部において、縁端部のコンクリートが欠損する損傷が発生した。これは、試験体く体の変形挙動が、ロッキング的な挙動が支配的なことから、縁端部がつま先たちとなり、応力が集中したためと考えられる。曲げひび割れは、約300mm間隔での発生が確認された。

図5は、加振速度と反力との関係を示したものである。加振速度は変位波形を1回微分して求めた。図5からは、ばらつきはあるものの200kineまではほぼ線形的に反力が大きくなっていく状況が確認でき、速度依存の傾向となっている。今回、実験に用いたデテールでは鉄筋降伏時の速度が概ね200kineで、鉄筋降伏時の応答速度と構造デテールとの関係については今後の課題である。

4. まとめ

以下に本検討結果をまとめる。

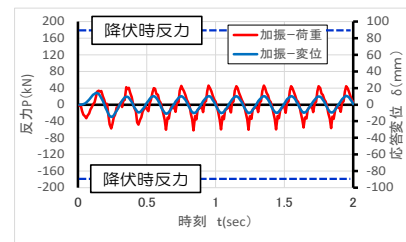
- (1) 速度依存型定着機構を提案し、模型試験体による動的加振実験を行った結果、加振速度に応じた反力が発生した。
- (2) 実験に用いた速度依存型定着機構のデテールでは、200kineを超えると鉄筋が降伏した。
- (3) 実験終了後の試験体には、く体の曲げひび割れ、基部の縁端部コンクリートが欠損する損傷が発生した。これはロッキング的な変形挙動が支配的になり、縁端部に応力が集中したためと考えられる。

参考文献

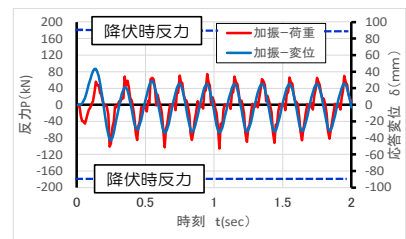
- 1) 河野通之, 松本嘉司: 新幹線標準ラーメン高架橋の設計, 土木学会論文集第115号, S40.3
- 2) 大平拓也, 他: 50 径間連続 RC ラーメン高架橋の設計・施工, 国鉄構造物設計資料, No. 65, 1980.9
- 3) 大平拓也, 谷健史, 齋藤隆: 50 径間連続 RC ラーメン高架橋の設計・施工—阿佐線・赤野高架橋—, コンクリート工学 Vol. 21, No. 6, June 1983



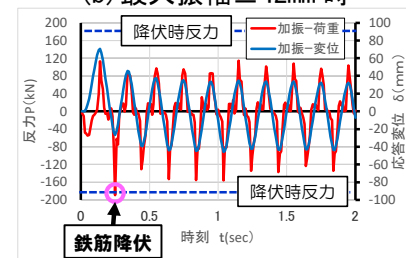
図3 試験体セット状況



(a) 最大振幅±30mm時



(b) 最大振幅±42mm時



(c) 最大振幅+71mm, -46mm時

図4 実験結果



写真1 実験後の試験体状況

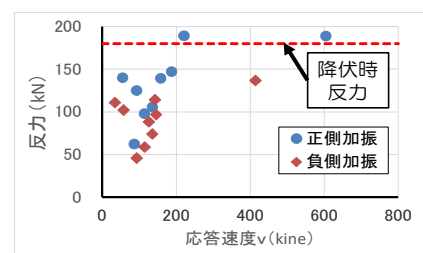


図5 速度と反力との関係