

付属資料2 隣接する車両間で発生する力が脱線車両に及ぼす影響に関する考察

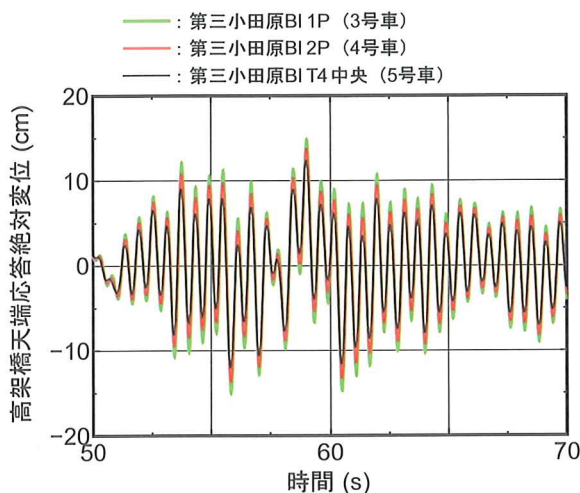
1. 解析条件

1.1 車両条件

脱線した J69 編成 4 号車の諸元から車体質量を 3 号車・5 号車の値に変更して解析を行った。

1.2 入力地震動

4 号車脱線時に各号車が存在した地点相当の地震波（3 号車：第三小田原 BI 1P 上，5 号車：第三小田原 BI T4（第三小田原 BI 2P—金剛院丁 Bv 1P 間の桁）中央）を用いて解析を行った。入力地震動を付図 2-1 に示す。



付図 2-1 入力地震動

2. 解析結果

2.1 3 および 5 号車の解析結果

3 号車および 5 号車の車両挙動を解析した結果、どちらの車両も脱線しなかった。車輪上昇量最大値について、3 号車は 52mm，5 号車は 53mm であった。

2.2 連結器および車端ヨーダンパの車両挙動に及ぼす影響

2.2.1 検討方法

E2 系の車体間構成要素として主なものとして連結器と車端ヨーダンパがある。車体間構成要素の脱線車両の挙動に及ぼす影響の考察方法を以下に示す。

(1) 3 両とも円曲線上にあるものとして、各車両の挙動を個別に解析する。

(2) 各車両の連結器および車端ヨーダンパ取り付け位置の絶対変位，車体の相対ロール角を求める。

(3) (2)項から連結器長さおよび車端ヨーダンパ長さ・ピストン速度を求め，ばね特性および減衰特性から作用力の概算値を求める。

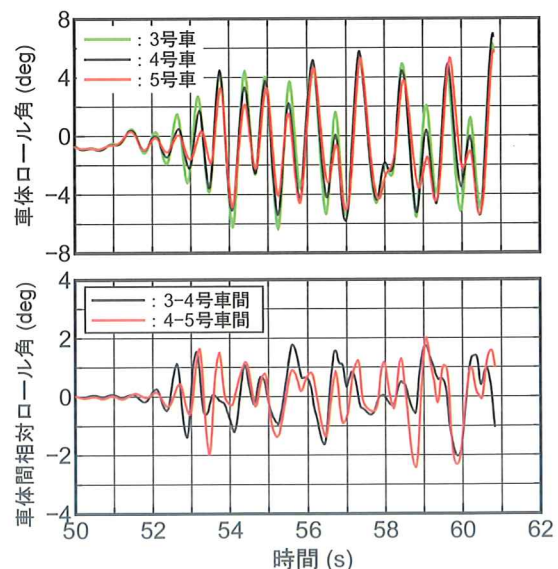
2.2.2 解析結果

(1) 連結器の影響

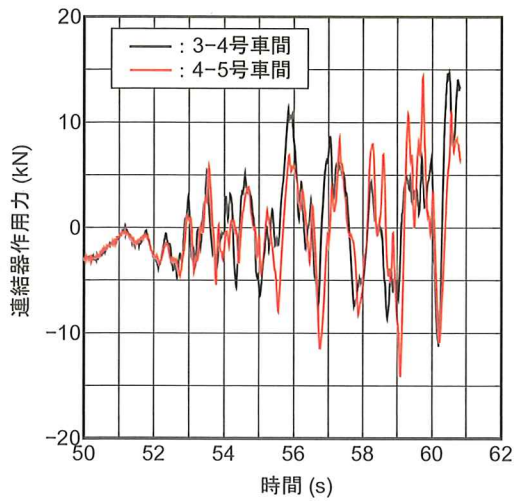
車体のロール角および車体間の相対ロール角を付図 2-2 に示す。付図 2-2 より連結器のねじれに相当する車体間相対ロール角は最大約 2deg で，通常走行時に生じる車体間相対ロール角と同程度であり，車体のロール挙動に及ぼす影響は小さいと考えられる。

前後車体の連結器取り付け位置間距離を連結器長さとし，連結器のばね特性から計算される連結器作用力を付図 2-3 に示す。付図 2-3 より，連結器作用力（自力）の最大値はおよそ 15kN であることがわかる。

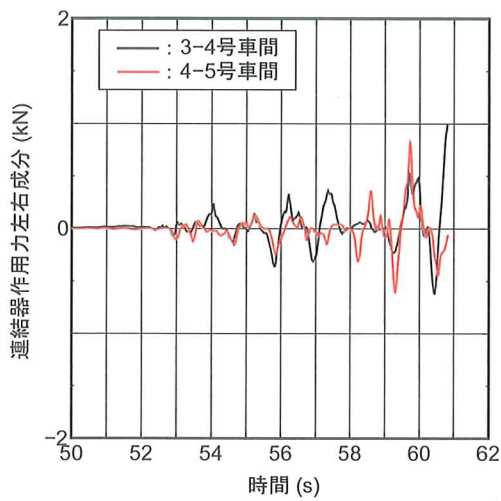
連結器作用力は軸力として作用するため，前後車体が相対的に上下・左右変位した場合，上下力・左右力成分が生じる。そこで，取り付け長を考慮し，連結器作用力の車体左右方向成分，車体上下方向成分を求めた結果を付図 2-4 に示す。付図 2-4 より，連結器作用力の左右方向成分は 1kN 以下，上下方向成分は 0.5kN 以下であり，



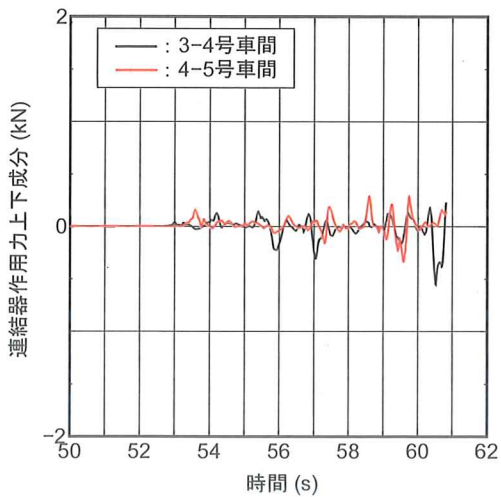
付図 2-2 車体ロール角および各号車間の相対ロール角



付図 2-3 連結器作用力



(a) 車体左右方向成分



(b) 車体上下方向成分

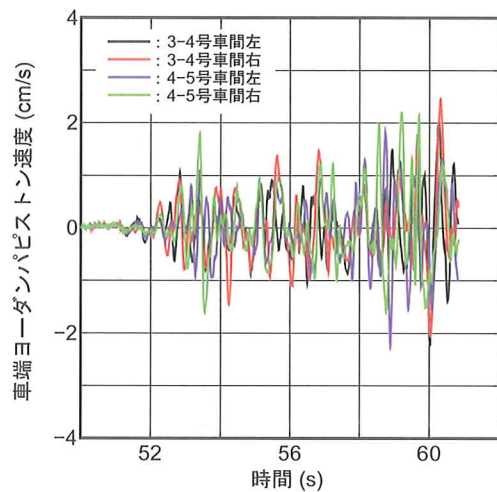
付図 2-4 連結器作用力の車体左右方向および上下方向成分

地震時の車両挙動には殆ど影響を及ぼさないと考えられる。

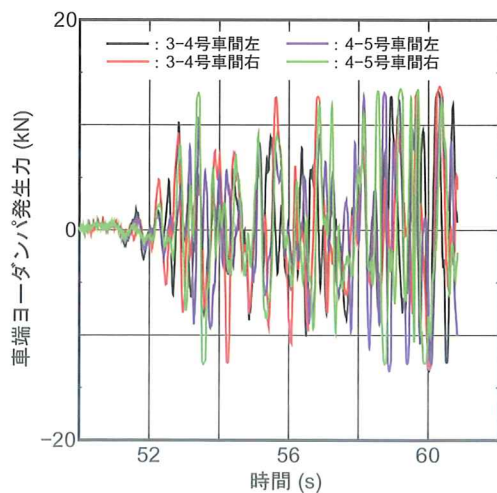
(2) 車端ヨーダンパの影響

車端ヨーダンパのピストン速度を付図 2-5 に示す。また、車端ヨーダンパの減衰特性から計算したダンパ発生力を付図 2-6 に示す。付図 2-6 より車端ヨーダンパ発生力は 15kN 程度であることがわかる。さらに、車端ヨーダンパ発生力が全て車体表面に垂直に作用すると仮定して、4本の車端ヨーダンパから4号車が受けるヨーモーメントを計算した結果を付図 2-7 に示す。付図 2-7 より4号車が受けるヨーモーメント推定値は最大 40kNm 程度であることがわかる。このヨーモーメントにより生じる車体ヨーイング角加速度は 1.81 度/s^2 (台車直上左右振動加速度に換算して 0.28 m/s^2) である。地震時にはこれよりはるかに大きい車体加速度 (台車直上車体床面左右加速度で約 15 m/s^2) が生じるため、車端ヨーダンパによる車体ヨーイングの車両脱線挙動に及ぼす影響は小さいと考えられる。

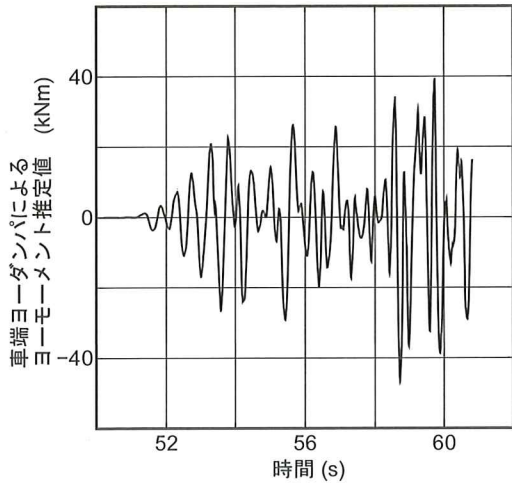
ヨーモーメントを求める際は車端ヨーダンパの発生力



付図 2-5 車端ヨーダンパピストン速度



付図 2-6 車端ヨーダンパ発生力

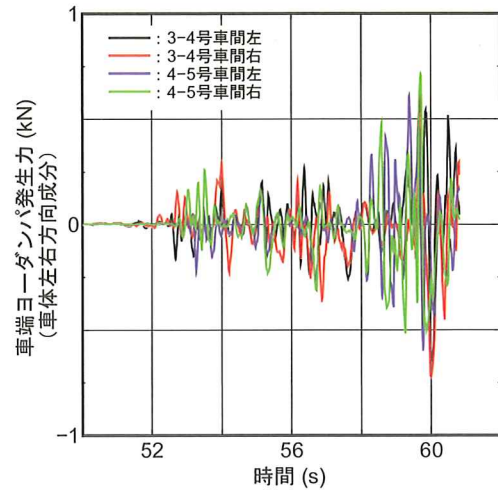


付図 2-7 4号車が車端ヨーダンパから受ける車体重心周りヨーモーメント推定値

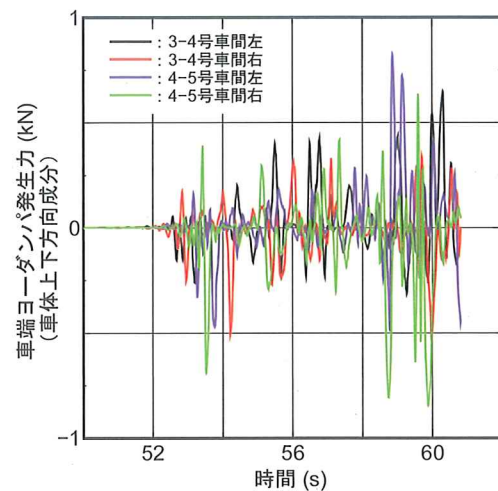
が車体妻面に垂直に作用するという仮定を行ったが、実際には車体間で相対左右変位および上下変位が生じる。連結器と同様に、車端ヨーダンパ発生力は軸力として作用するため、相対左右変位、上下変位があるとそれぞれ左右方向成分および上下方向成分が現れる。解析の際に各号車の車端ヨーダンパ取り付け位置変位を求めているため、取り付け長を考慮し車端ヨーダンパ発生力の左右方向成分、上下方向成分を求めた結果を付図 2-8 に示す。付図 2-8 より車端ヨーダンパ発生力の左右方向成分および上下方向成分はどちらも高々 0.8kN 程度であり、地震時の車両挙動には殆ど影響を及ぼさないと考えられる。

3. まとめ

東北地方太平洋沖地震において脱線した東北新幹線試 7932B 列車 (E2 系 J69 編成) 4号車に隣接する 3および 5号車の地震時の車両挙動を 4号車脱線時の各号車位置における推定地震動 (高架橋天端の応答波) を用いて解析した結果、どちらも脱線しなかった。また、車体間要素 (連結器、車端ヨーダンパ) の車両挙動に及ぼす影響を考察した結果、連結器のねじれおよび軸力、車端ヨーダンパ発生力が車両挙動に及ぼす影響は小さいものと考えられる。



(a) 左右方向成分



(b) 上下方向成分

付図 2-8 車端ヨーダンパ発生力の車体左右方向および上下方向成分