

川崎製鉄 構造技術研究所 正員 山崎 徳也
千葉県 都市部 シ 白石 洋
○川崎製鉄 構造技術研究所 シ 川井 豊

1. はじめに

懸垂形モーターレールをはじめとする新交通システムには、騒音振動の問題を来りし地を考慮して走行車輪にゴムタイヤ(空気タイヤ)が使用されることが多々ある。一般にその走行レールとしては、鋼梁構造とコンクリート系梁構造が考えられるが、鋼梁構造の場合上フランジ上にタイヤの接地圧が直接作用するため、フランジは片持ち梁として算出した面外曲げ剛性のみにて抵抗することになる。その結果、上フランジは車輪の通過ごとに繰返し曲げ応力を受けることになる。本報告は、二様の観点から空気タイヤ車輪走行梁としてのH型断面鋼梁のタイヤ走行に伴う上フランジ近傍の応力状態を実大の空気タイヤを用いて鋼梁フランジ厚を変化させて明らかにするとともに、タイヤの接地状態をシミュレートした走行梁部分試験片を用いた上フランジの曲げ耐力試験を実施しフランジ厚の設計資料を与えるものである。

2. 実験

2-1. 静的載荷試験

走行梁のフランジ厚、タイヤの偏心走行が鋼梁の局部応力に及ぼす影響を調べるためフランジ厚を11mm, 15mm, 25mmと変化させた図-1に示す実大走行梁試験体を製作し、大型空気タイヤ(外径20inch, タイヤ幅12inch, 空気圧6kg/cm²)を用いて、タイヤ偏心量(e)をパラメータとして静的載荷試験を行った。図-2には、偏心量e=30mmの場合のフランジ曲げ応力分布を、また図-3にはフランジ内エゴの接合部近傍のフランジ曲げ応力とタイヤ偏心量の関係を示す。図中にはフランジの接地部を片持ち梁として算出した場合の簡易計算に基づく応力値を示したが、板厚が15mm以上ある場合(e/20)は以下の計算式により、フイルト部の応力集中を考慮しない公称応力計算であることが判る。

又、図-4には、同様とタイヤ偏心に起因するウエブの上フランジとの接合部近傍の応力(ウエブの面外曲げ応力)とタイヤ偏心量(e)との関係を示すが、二の場合には、フランジ厚が15mm以上で図中に示したOxfortのウエブ面外曲げに関する簡易計算式¹⁾である程度推定できることが判る。

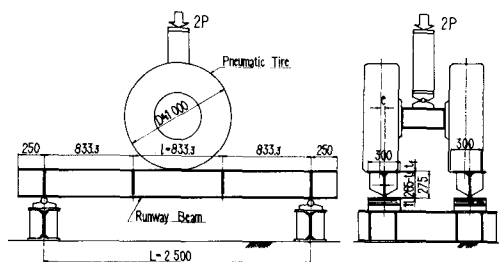


図-1. 静的載荷試験

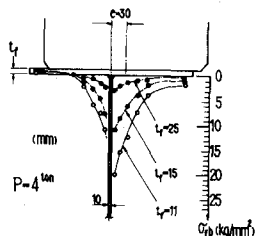


図-2. 接地圧におけるフランジ曲げ応力分布例

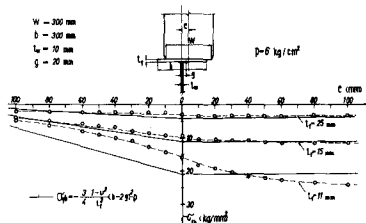


図-3. フランジ曲げ応力とタイヤ偏心量の関係

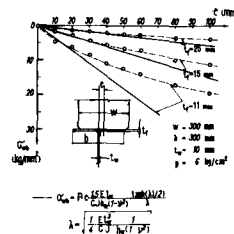


図-4. ウエブの面外曲げ応力とタイヤ偏心量の関係

2-2 疲労試験

鋼梁・トランジが直接・肉接にくり返し、軸荷重を受ける（レシーダー²⁾）を鉄道橋³⁾において、その軸圧による局部応力のため、疲労破壊を起すことが報告されている。しかし、この様な軸荷重を想定した局部的な疲労強度に関する研究は極めて少ないのが現状である。そこで、前記簡易載荷試験により得られたトランジの曲げ応力分布を模擬する3次元方法にて、静的載荷試験を用いた試験体から長さ25mmの局部疲労試験片を採取し、片振り圧縮疲労試験を実施し当該部位の疲労強度を調べた。

試験方法は、図-5に示す如く30mm厚のゴムパッドと2ヶの荷重分配板を介して、ローゼンハルゼン型パルサー式疲労試験機にて繰り返し等分圧縮荷重を施し、上トランジに繰り返し曲げを作用させた。

試験片は、トランジ厚15mmの溶接集成のもの(SM50A)と、比較材としてH形鋼(H-500×300×11×15)を半截したCT形鋼を用いたCT梁(SS41)の2種類を製作した。

図-6には、試験結果をトランジに貼付した歪ゲージによるトランジ曲げ応力全振幅とトランジ破断までの繰り返し回数の関係を示すS-N線図上にプロットして示した。最終的疲労破壊は、溶接梁、CT梁を問わずトランジ上縁の母材表面から生じたが、溶接梁の場合には、溶接止端部の残留応力のため見かけ上は圧縮の繰り返しであるが実際には引張領域の繰り返しとなり、トランジとウエブの溶接止端の上トランジ側に写真-1に示す如く疲労亀裂の発生が見られた。この種の圧縮側の亀裂は、ある程度進展し残留応力が解放された状態にて停留するが、懸垂形モルールの軌道筋の如く、走行レールが主軸の一部を兼ね、しかも曲げ振り応力が最大となる部位においては充分考慮しておく必要があろう。図-7は、Senior, Gurney⁴⁾により行われた数少ない同種の疲労試験結果を示したものである。疲労亀裂の発生パターンは、本実験結果と同じであるが、強度的には非常に低い値を示している。この原因としては、トランジ板厚、溶接部長の相違による残留応力の差、溶接止端形状の差、圧延表面粗さの差、応力測定位置の相違などが考えられる。本実験結果からのみ判断すれば、トランジ曲げ疲労強度は高く 10^7 回時間当り $24 \sim 25 \text{ kg/mm}^2$ に到達するので、前記簡易計算法により計算したトランジ曲げ応力を静的許容応力以下にする様トランジ厚を決定すれば良いと考えられるが Senior, Gurney⁴⁾のデータも現状では完全に無視し得ない。この許容応力としては、鋼種にかかわらずSS41クラス(14 kg/mm^2)に抑えておくのが適当であらう。

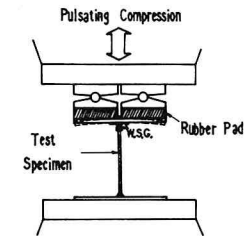


図-5. 局部疲労試験装置

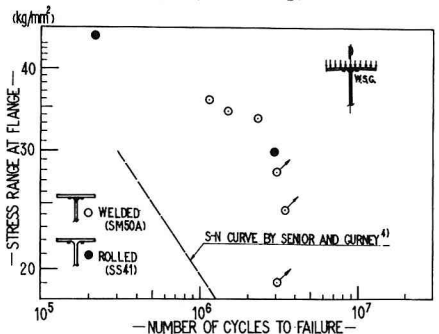


図-6. 疲労試験結果

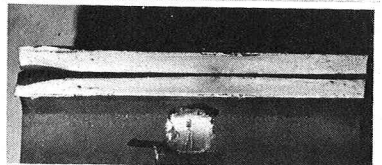
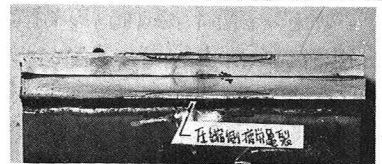


写真-1. 疲労試験後のトランジ破面

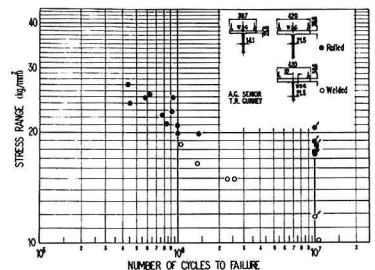


図-7. Senior, Gurneyによるトランジの曲げ疲労強度⁴⁾

1) J.K. Oxford, Der Stahlbau 7/1963, 12/1963

2) 見村・海野, 建築強度叢書, 昭和54年9月

3) 省鉄・大久保・松崎, 鉄道技術研究所報告, No.104, 昭和54年1月

4) A.G. Senior, T.R. Gurney, Structural Eng., Vol.41, No.10, Oct., 1963