

国鉄 構造物設計事務所 正員 篠田 亮
同 上 ○正員 出原 寿
国鉄 旭川鉄道管理局 正員 大槻 正幸

1. まえがき

最近、国鉄では鋼鉄道橋の騒音軽減の観点から鋼トラスに代わるような長大スパンの合成桁を計画している。従来から鉄道用合成桁のすれ止めとして、馬蹄形ジベルが使用されているが、スパンの長大化にともないジベルも大型なものが必要となる。本試験は実橋に使用するものと同じ寸法の馬蹄形ジベルの押し抜き試験を行ない、ジベルの静的及び動的強度を調査、確認したものである。

2. 試験概要

試験体は、図1に示すようなもので、ジベルの種類、ジベル周辺のコンクリート強度、床版厚、静的、動的試験の種別に応じて表1に示す10体を製作した。AS-FとAF-Fの試験体はジベル周辺部を箱抜きし、 $\phi_k=280$ の普通コンクリートを打設した後、体積混入率1.5%の鋼繊維コンクリートをジベル周囲に充填したものである。また、B型ジベルはA型ジベルの支圧板背面を補強したものである。静的試験は破壊にいたるまで、動的試験は4～1440の荷重範囲で約20万回鋼柱に載荷した。

表1 試験体の種類

ジベルの種類	試験の種類	280 ϕ_k 400 5 ϕ_m 繊維補強	
		30cm	45cm
 (A型)	静的	AS-280 AS-30-1 AS-30-2	AS-45 AF-30-1 AF-30-2
	動的		
 (B型)	静的		BS-30
	動的		BF-30

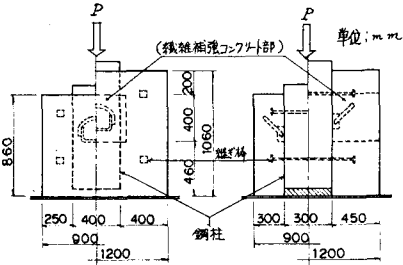


図1 押し抜き試験体 (断面右側) の図解 (断面右側) の図解 (断面右側) の図解

3. 試験結果と考察

3-1 静的試験

静的試験の結果は表2に示すとおりであるが、この試験からは次のことが分かった。

- (1) 床版厚及びコンクリート強度が大きくなるに従い最高荷重も大きくなる。最高荷重と設計許容耐力の比は、床版厚が30 cmでは約0.5、40cmでは約0.5である。破壊の形式は、床版表面にクラックが発生し、更に荷重を増すとジベル前面のコンクリートがカサビ状にせん断破壊する。(試験後、コンクリート強度の最も小さいAS-280と最も大きいAS-Fの2体についてコンクリートをはつて調べた所、両者ともジベル前面のコンクリートがカサビ状に切れていることが確認された。)
- (2) A型、B型ジベルによる差異はみられない
- (3) 0.1mm残留すれ荷重と設計許容耐力との比は、AS-F以外はほぼ0.3である。
- (4) AS-Fについては、繊維コンクリートの乾燥収縮によるスミ間をすれ量として測定したため0.1mm残留すれ荷重が小さくなったものと思われ、箱抜きしてジベル周辺部を補強する場合は、最高荷重は大きくなるが、0.1mm残留すれ荷重、或いはすれ係数を高めることはできない。

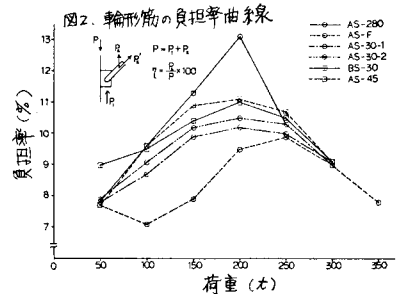
表 2. 静的試験結果

試験体	床版厚	σ_{ck}	P_0 (設計許耐力)	P_{max} (最高荷重)	P_1 (0.1mm 残留すれ荷重)	P_{max}/P_0	P_1/P_0	すれ常数
AS-280	30cm	280 $\frac{kg}{cm^2}$	33.5 t	25.8 t	102 t	7.7	3.1	225 $\frac{\mu m}{mm}$
AS-30-1		400	42.9	321	130	7.5	3.0	305
AS-30-2				310	156	7.2	3.6	280
BS-30				318	145	7.4	3.4	275
AS-45	45	鋼繊維補強 (45)	46.8	366	149	8.5	3.5	285
AS-F				392	111	8.4	2.4	285

(5) 0.1mm 残留すれを生じる時の荷重～すれ勾配から、すれ常数を求めた。 $\sigma_{ck} = 280 \frac{kg}{cm^2}$ の試験体では 225 $\frac{\mu m}{mm}$ 、 $\sigma_{ck} = 400 \frac{kg}{cm^2}$ 程度 の試験体ではほぼ 290 $\frac{\mu m}{mm}$ である。

(6) 図 2 は、輪形筋の負担率について調べたものである。輪形筋は、最高荷重に達する前に降伏するが、設計許容耐力付近での負担率はおおよそ 7.5% で設計公式の約半分である。

(7) 実物ジベルの各模型による試験結果¹⁾と比較すると、 P_{max}/P_0 が約 1.2 倍、 P_1/P_0 が約 2 倍、 $\frac{1}{s}$ 模型試験の方が大きく、反対にすれ常数は約 3 倍実物大の方が大きい。



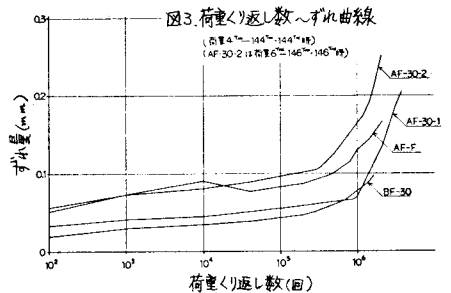
3-2 動的試験

動的試験から得られた荷重くり返し数～すれ曲線を図 3 に示す。この試験から次のようなことが分かった。

(1) A 型、B 型ジベルによるすれの進行に対するちがいはみられない。

(2) 200 万回付近のすれ量の最大は 0.2mm 程度であるが、実橋の設計で動的に作用するのは、最大でも約 17 t 程度であり、この試験の 4～14 t という荷重幅を考えれば、実橋はくり返し荷重に対して十分耐久性があるといえる。

(3) 輪形筋は早期に亀裂が発生するものもある。



4. まとめ

実物大の馬蹄形ジベルの静的試験の結果、設計許容耐力は最高荷重に対しては 7～8 倍、0.1mm 残留すれ荷重に対しては約 3 倍の安全率をもち、設計上十分安全であることが確認された。鋼繊維コンクリートでジベル周辺部を補強すると最高荷重は増大するが乾燥収縮によるスリ間が生じるため 0.1mm 残留すれ荷重やすれ常数は高められていない。設計公式では許容耐力に対する輪形筋の負担率は約 15% であるが、試験結果からみると、約 5% 程度である。

動的試験から 200 万回くり返し荷重に対してジベルは十分耐久性があることが確認されたが、早期に輪形筋に亀裂が生じるものもあるので今後検討を進めたい。

1) 阿部英彦 「鉄道用合成桁のすれ止めに関する実験的研究」 鉄道技術研究報告 1975