

国鉄 構造物設計事務所 ○ 正 一條 昌幸
 桜田機械工業株式会社 正 安岡 富夫
 国鉄 構造物設計事務所 正 町田 富士夫

1. まえがき

1978年2月と6月の二度にわたる宮城県沖地震によって、鉄道施設は多大の被害を被った。このうち建設中の東北新幹線においては、コンクリート桁用のシューが多数破損した。これまでの震害と事情は異なるものの、今回のように大量かつ集中的に発生したのは初めてである。この破損の原因としては次の事項が考えられる。すなわち、(1) シューの耐力不足 (2) 想定以上の力の載荷 (3) 上シューと下シューの間の遊間のバラツキによる各個撃破である。

現行のシュー設計法では、曲げ応力とせん断応力各々が降伏応力を超えることのないよう検討しているが、実際には突起基部は応力集中によって複雑な応力状態となっていると思われる。シューの耐力不足が予想された。したがって、本実験は上記の(1)に着目してシューの耐力を確認し、合理的かつ経済的なシューの設計法を確立するために実施された。なお、(2)、(3)については他の研究に委ねる。

試験の結果、地震で破損したシューは設計荷重以上の耐力を有していることが確認され、応力集中についても一応の目安が得られたのでここに報告する。

2. 試験体および載荷方法

実験に供したシューの種類を表-1に示す。シューには図-1に示すように鉛直荷重 P_v と水平荷重 P_h が載荷される。鉛直荷重 P_v は50^{ton}または100^{ton}とした。

表-1 試験体

種類	材質	個数	備考
FC-1-T(逆シ)	可動シュー	FC15	3 RC桁用シュー
FC-180	"	"	3 PC桁用シュー
BP-175	"	SC49	3 " "
ST-10A	"	FC25	2 鋼材用シュー
"	"	FCD45	1 " (特別シュー)

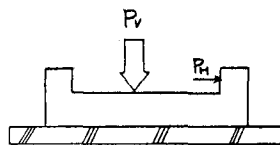


図-1 載荷方法

3. 試験結果および考察

3.1 耐力

各試験体の最終耐力を表-2に示す。

ソールプレート重心位置で載荷した場合は全て設計荷重を上回る耐力を有している。また、SC材シューはFC材シューに比べ設計荷重を大幅に上回る耐力を有しているが、ややバラツキが見られる。

3.2 応力集中

試験体突起基部に貼付した歪みゲージによる応力集中率 K_E を H/L (H :突起巾、 L :載荷高さ)で整理した結果を図-2, 3に示す。この場合の基準応力としてはせん断ひずみエネルギー一定説で与えられる等価応力 $\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ を採用した。

また、FC材シューでは破壊耐力 P_B 、SC材シューでは降伏耐力 P_Y を荷重-変位図から求め、計算値との比較から応力集中率 K_B , K_Y を求めた。この結果を図-4, 5に示す。

表-2 最終耐力一覧表

試験体種類	部位	載荷位置	A側		B側		破壊状況(スケッチ)
			P_Y (ton)	P_{Ymax}	P_v	P_{Bmax}	
FC-1-T (FC15) 設計外力 = 21.5 ^t	1	突起上端	50	37.4	50	25.2	A側 B側
	2	ソールプレート重心位置にh=17.5	50	39.4	50	28.5	
	3	"	100	28.9	—	—	
FC-180 (FC15) 設計外力 = 36 ^t	1	突起上端	50	30.0	50	32.1	A側 B側
	2	ソールプレート重心位置にh=47.5	50	49.0	100	51.6	
	3	"	100	53.5	50	55.0	
BP-175 (SC49) 設計外力 = 35 ^t	1	突起上端	100	113.8	100	119.5	A側 B側
	2	ソールプレート重心位置にh=40.5	100	193.0	100	190.0	
	3	"	100	140.0	100	147.3	
ST-10A (FC25) 設計外力=25 ^t	1	突起上端	100	36.9	100	63.2	A側 B側
	2	ソールプレート重心位置にh=11	100	38.8	100	65.2	
	3	"	100	61.6	100	110.8	

これらの図から次のことが云える。

FC材シューについては

- (1) K_E は H/L の増加に伴ない 1.8 ~ 2.6 に変化し、ややバラツキがある。
- (2) K_B はバラツキが小さく、 H/L の増加に伴ない 1.0 ~ 2.0 に変化する。

一方、SC材シューについては

- (1) K_y は 0.9 ~ 1.7 程度の値で、 H/L の全域でFC材シューの K_B を 0.1 程度下回る直線で代表される。
- (2) K_E はデータが少なく直線近似は出来ないがFC材シューの K_E を下回る。

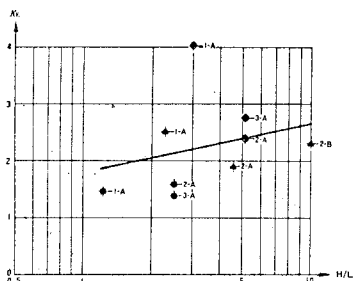
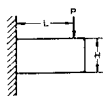


図-2 FCシューの応力集中率 K_E



- FC-1-T (FC-15)
- FC-180 (FC-15)
- ▲ ST-10A (FC-25)
- BP-175 (SC 49)
- △ ST-10A (FCD45)

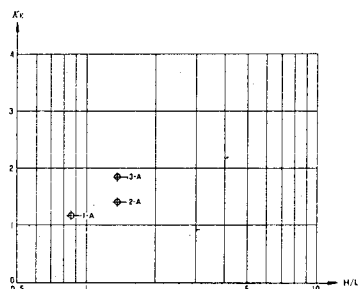


図-3 SCシューの応力集中率 K_E

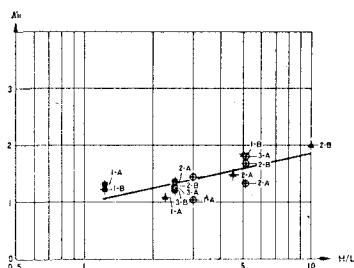


図-4 FCシューの応力集中率 K_B

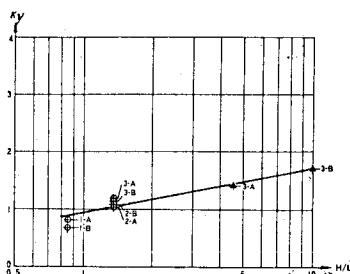


図-5 SCシューの応力集中率 K_y

4. 結論

以上の試験結果と検討から次のことが云える。

- (1) 従来のシューの応力集中率は耐力を基準に 1 で 1.0 ~ 2.0 程度と考えられ、FC材シュー、SC材シュー (FCD材シュー含む) とほぼ同じ値と思われる。
- (2) ひずみ測定値から求めた応力集中率は耐力からの値を 0.7 ~ 0.9 上回る傾向にある。

- (3) 突起耐力を算定する場合の応力集中率は次式による。ただし、曲げとせん断の組合せ応力 ($=\sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$) で検討しなければならない。

$$H/L \leq 1.0 \quad K_{b+s} = 1.0$$

$$1.0 \leq H/L \leq 10.0 \quad K_{b+s} = 1.0 + \log(H/L)$$

5. あとがき

シューの静的破壊試験の結果を検討し、結論に述べた一応の目安が得られた。しかし、未解決の問題、より深く解析すべき問題が残っており、今後さらに検討を進める予定である。

最後にこの試験で御指導、御協力頂いた関係各位に深く謝意を表する。

6. 参考文献

西田「応力集中」森北出版(株) 昭和51年7月

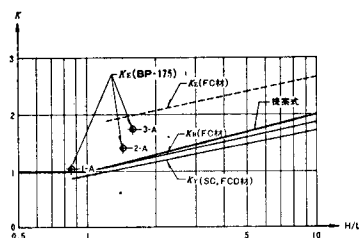


図-6 応力集中率のまとめ (FC, SCシュー)