

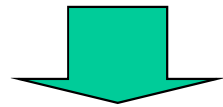
桁端部に緩衝装置をもつ免震橋梁 の地震時挙動に関する解析的研究

学生氏名 米廣 誠

指導教員 皆川 勝

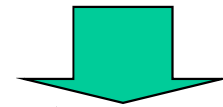
はじめに

兵庫県南部地震以降，地震力分散式橋梁が積極的に採用されている



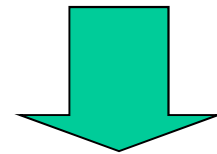
メリット

- 下部構造に対する過度の地震力の伝達を防止することができる



デメリット

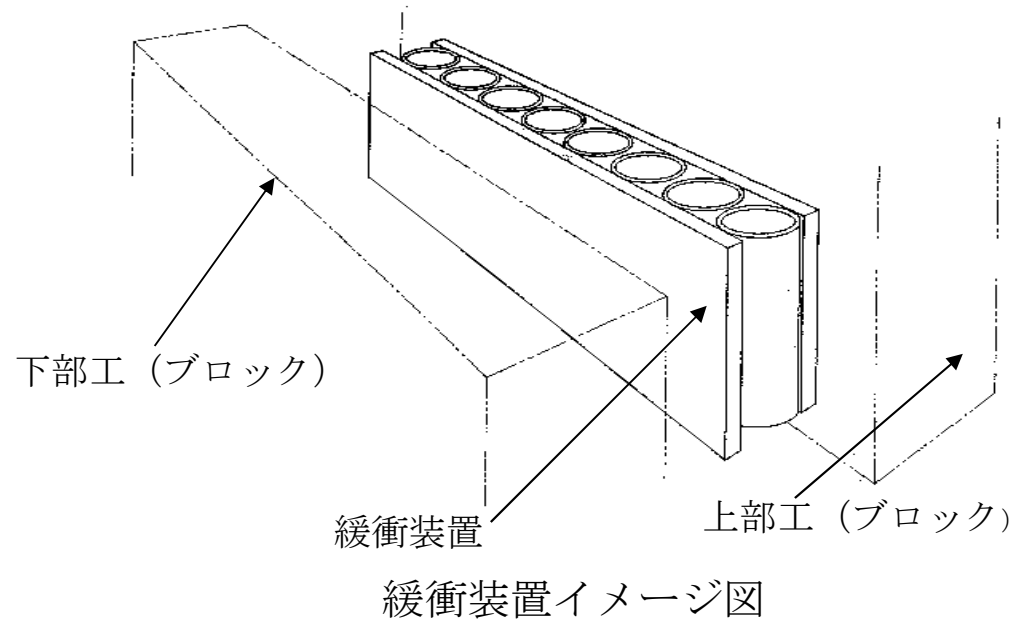
- 長周期化を招き，桁の応答変位の増大



そのため

桁間の衝突を緩和する落橋防止システムの開発が重要となってくる

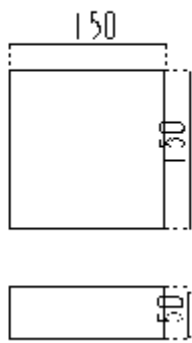
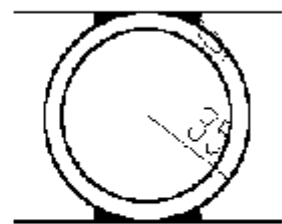
研究目的



- ゴム製および鋼製緩衝装置を有する免震橋の非線形応答解析を行い、衝突力の低減効果、エネルギー吸収効果について比較検討する

緩衝装置の材質および形状

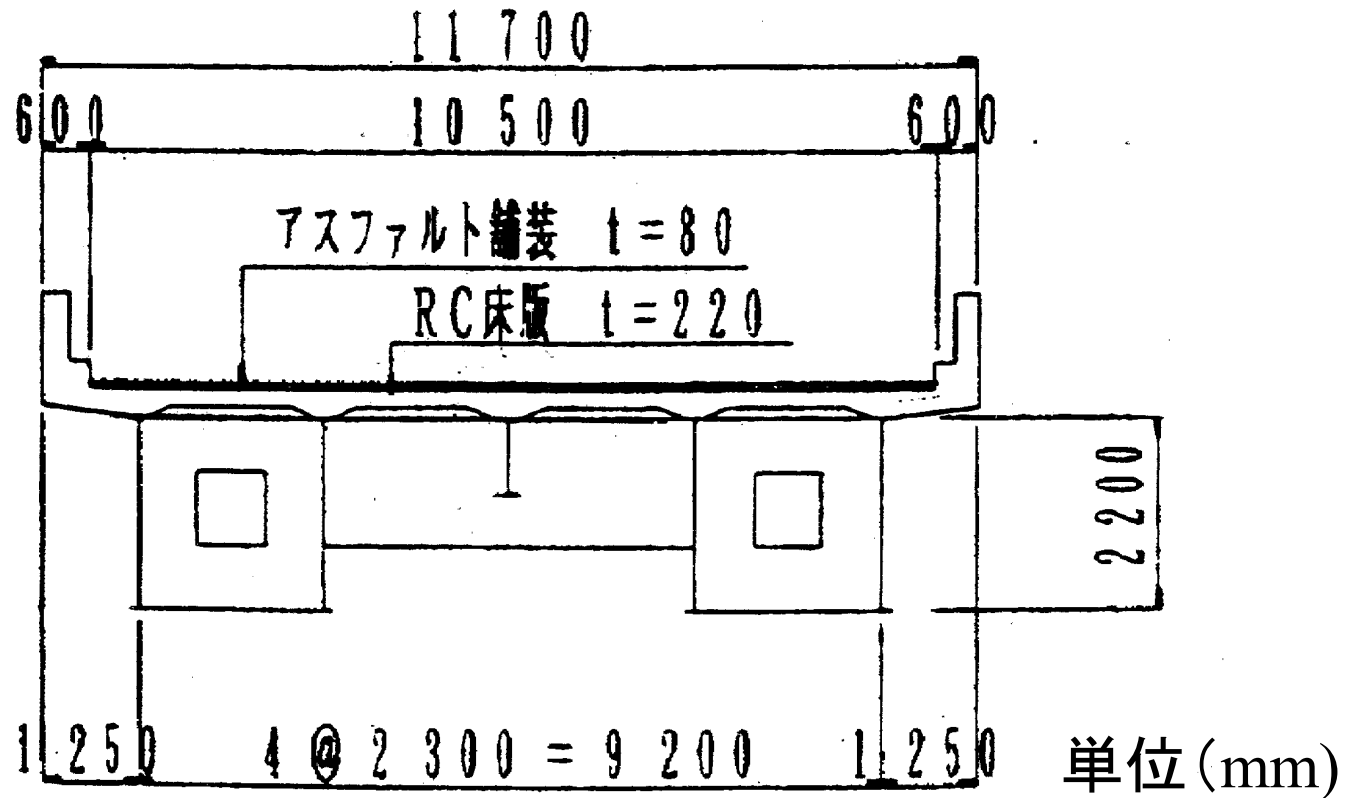
- ・ ゴム製緩衝装置
150×50×150の正方形断面
材質：クロロプレンゴム
- ・ 鋼製緩衝装置
φ70×6×180の鋼管
材質：STKM13A(SS400相当)

試験体	寸法・形状	材質
ゴム		クロロ pren ゴム
鋼管		STKM13A

(単位:mm)

対象構造物

上部構造



- ・ 総重量: 1300tの鋼箱型

下部構造

鋼製橋脚免震橋

- ・ 橋脚高さ20m
- ・ 支間長50mの2径間
- ・ 断面変化が2箇所ある
鋼製橋脚

- ・ 断面積

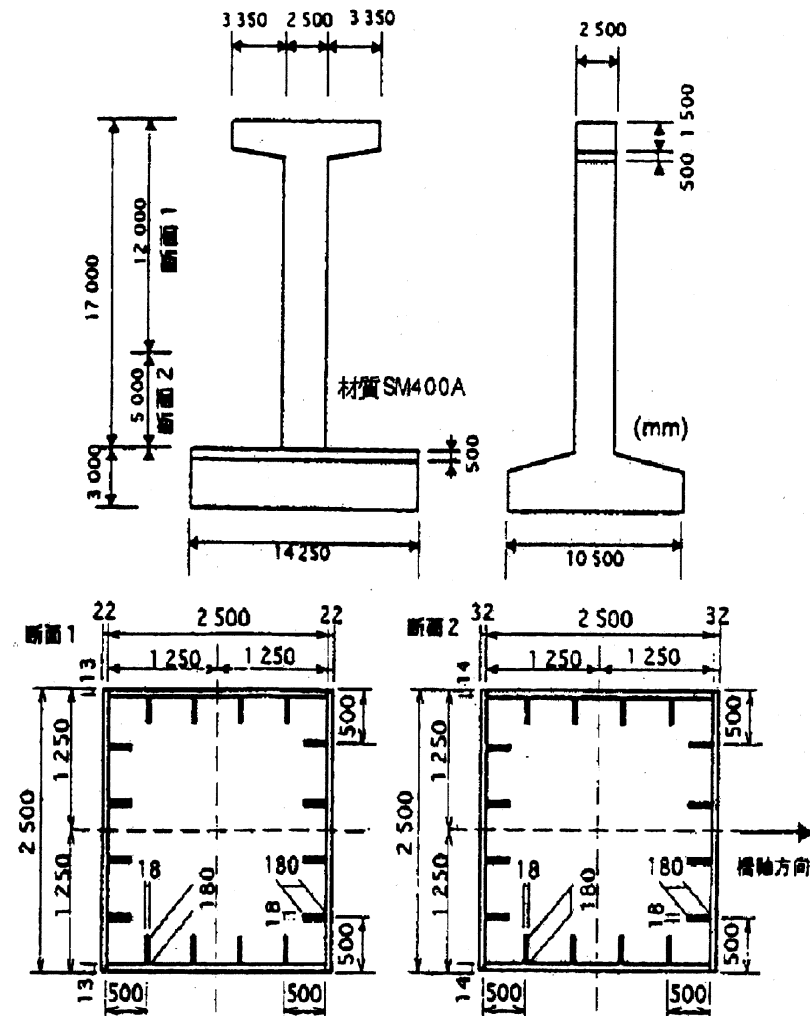
断面1:2820cm²

断面2:2270cm²

- ・ 断面2次モーメント

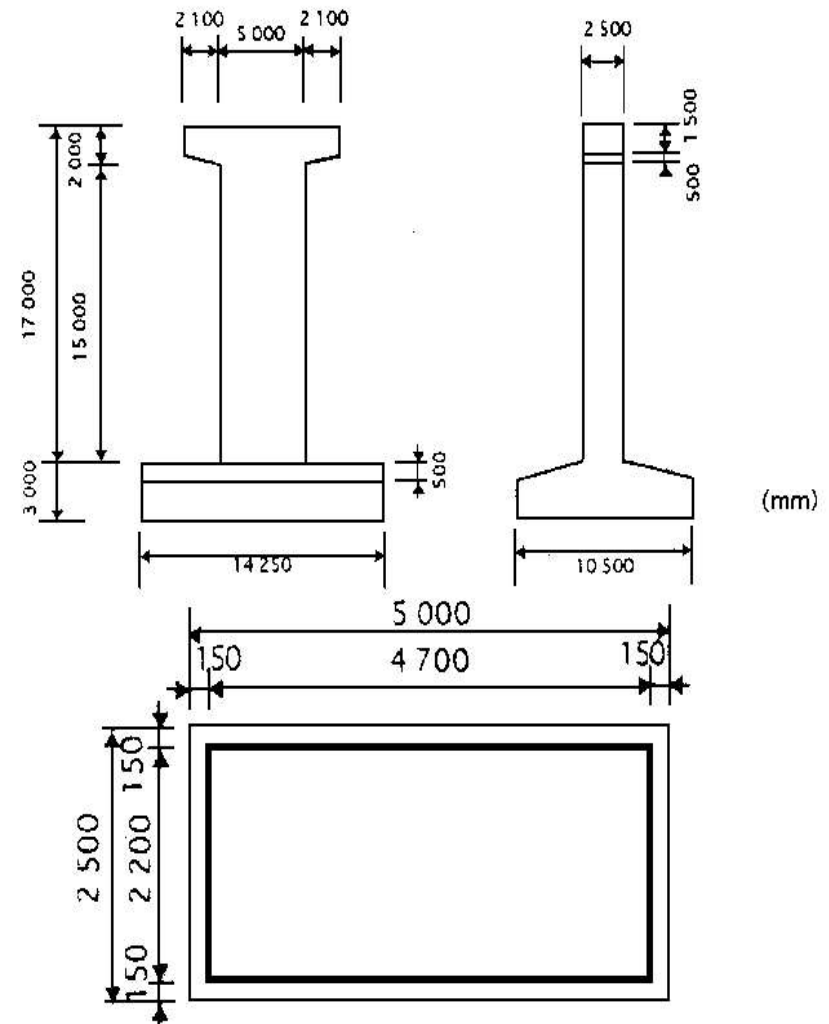
断面1: 3.36×10^7 cm⁴

断面2: 2.52×10^7 cm⁴



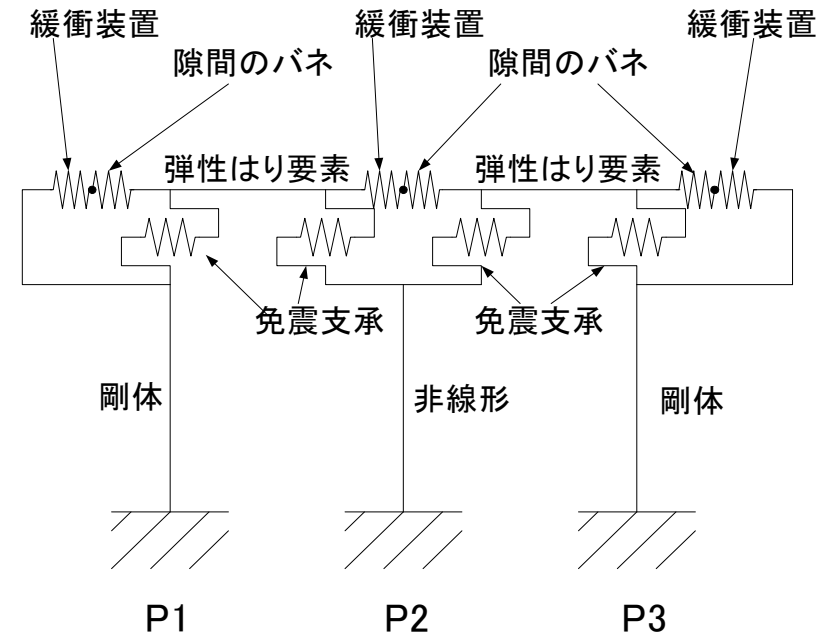
RC橋脚免震橋

- 橋脚高さ20m
- 支間長50mの2径間
- RC橋脚
- 断面積:12500cm²
- 断面2次モーメント:
65.1 × 10⁷cm⁴



解析モデル

- ・ 上部構造：弾性はり要素
- ・ 鋼製橋脚：非線形はり要素
(バイリニアモデル)
- ・ RC橋脚：非線形はり要素
(トリリニアモデル)
- ・ 免震支承：バネ要素
(トリリニアモデル)
- ・ P1, P3を橋台と想定するため、剛体とする

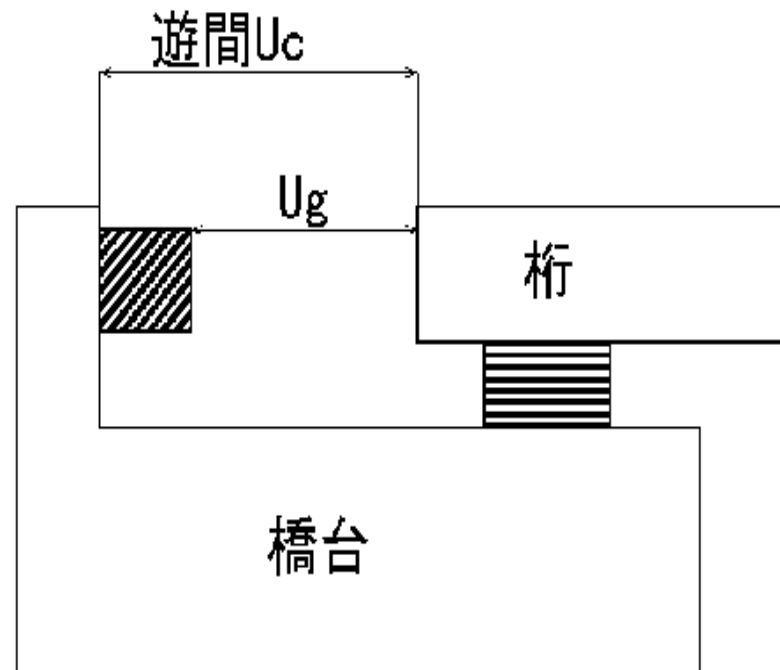


免震支承を表すバネの特性値

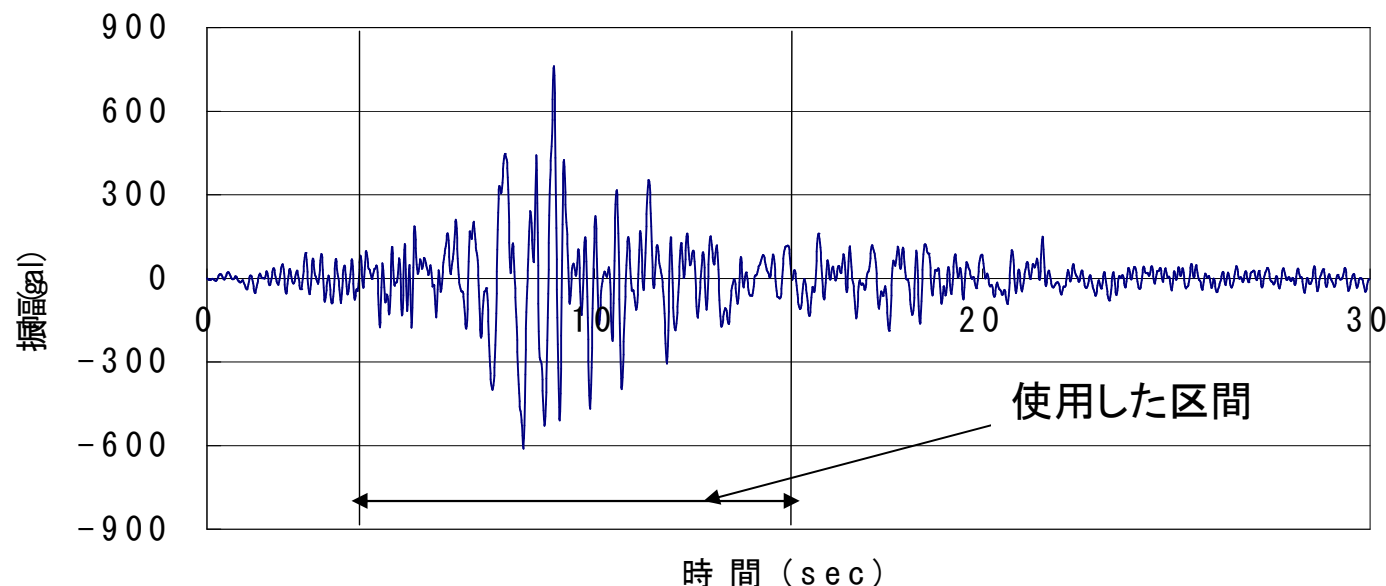
材料特性値	免震支承
1次剛性 (MN/m)	13.7
等価減衰定数	0.02
降伏点ひずみ (ε)	0.02
剛性の低下率 (a)	0.154

遊間について

- ・ 遊間
 $U_c = 10, 15, 20, 25\text{cm}$
- ・ 隙間
 $U_g = U_c - (\text{緩衝装置の厚さ: 鋼管 } 7\text{cm, ゴム } 5\text{cm})$



入力地震波



道路示方書に規定されているI種地盤タイプIIの標準加速度スペクトルに近い特性を有するように阿高猪名川架橋予定地点地盤上で観測された地震波を振幅調整した加速度波形を主要部分のみ(10秒間)用いた

解析結果

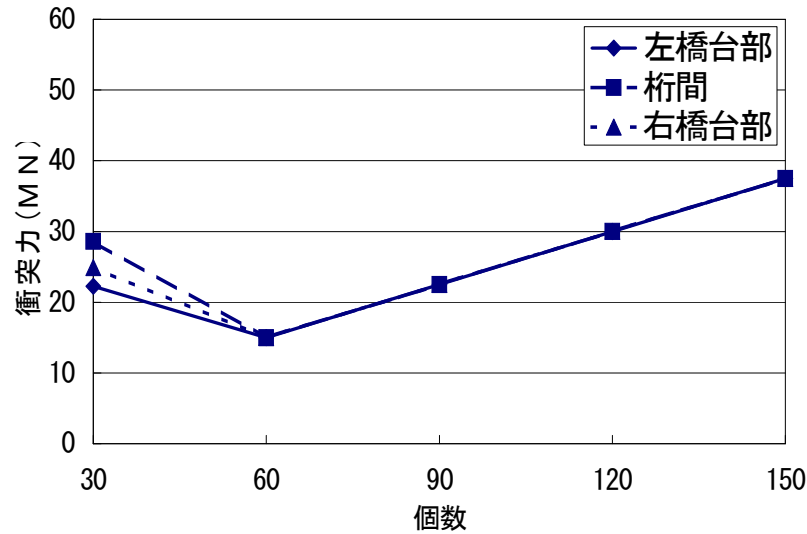
遊間の決定

緩衝装置を設置しない場合の桁の最大応答変位

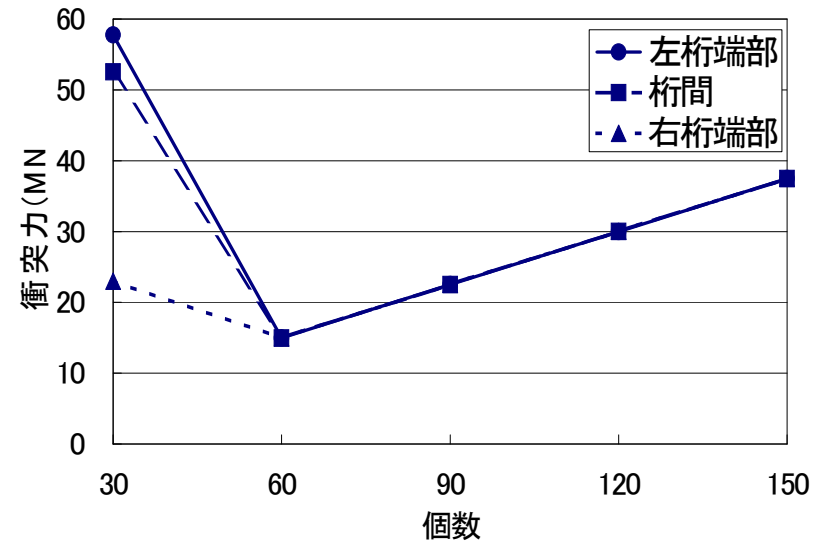
桁の最大応答変位 (cm)	
鋼製橋脚	16.9
RC橋脚	15.4

本研究では遊間 $U_c=15\text{cm}$ を想定して個数の決定を行う

個数と衝突力の関係(鋼管)



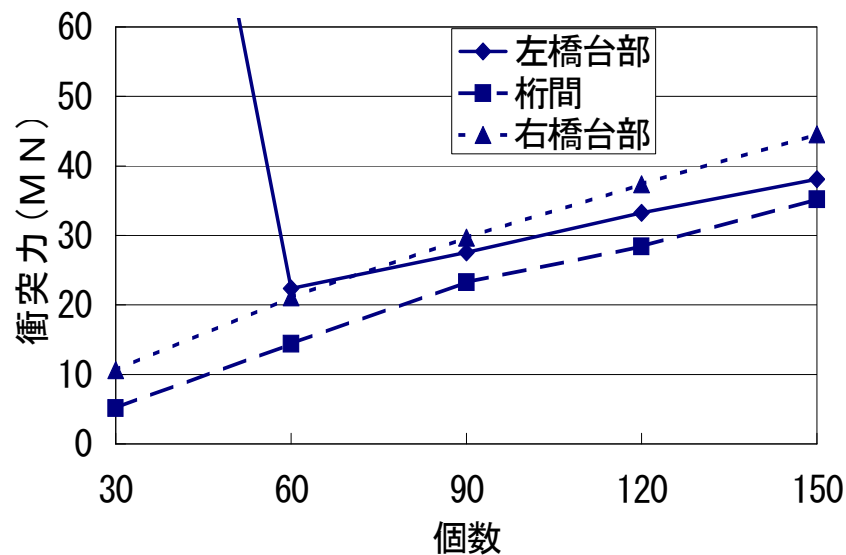
鋼製橋脚



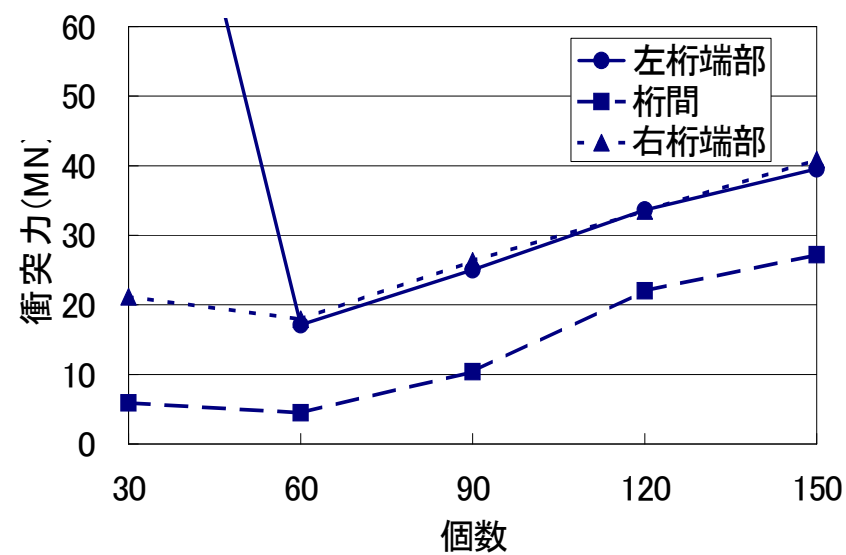
RC橋脚

30個では圧壊してしまうため衝突力は大きくなるが、
圧壊しなくなってから(60個以上)は個数に比例して
大きくなっている

個数と衝突力の関係(ゴム)



鋼製橋脚

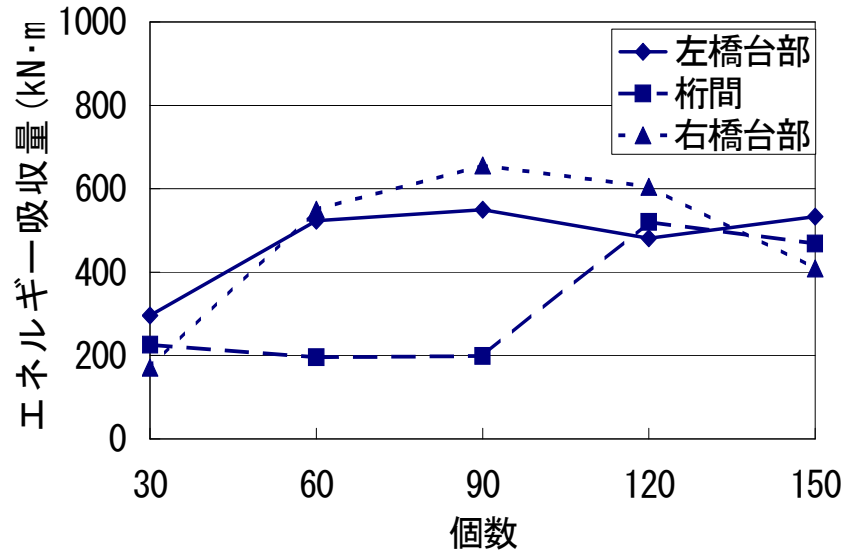


RC橋脚

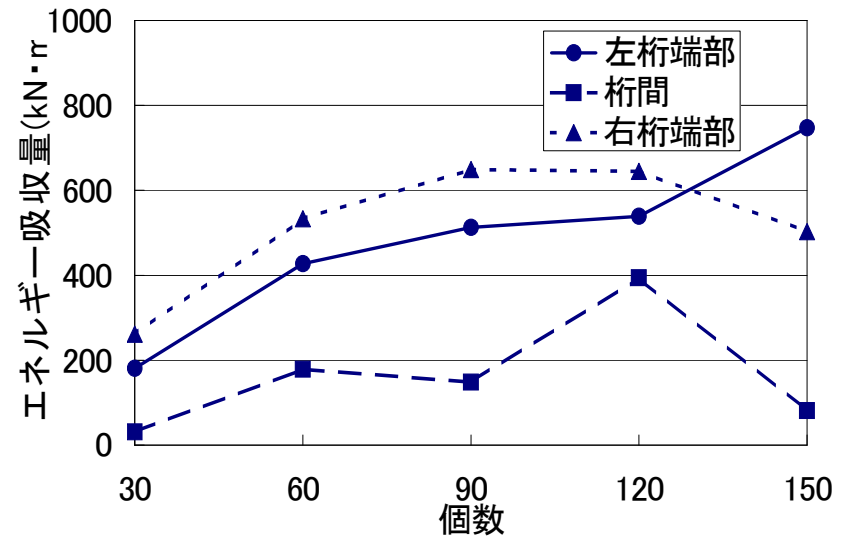
個数に応じて衝突力は一定でなく**不規則**に大きくなっている

個数と衝突力の関係より鋼管の方が衝突力は大きいものの容易に衝突力の大きさを予測することができる

個数とエネルギー吸収量の関係(鋼管)



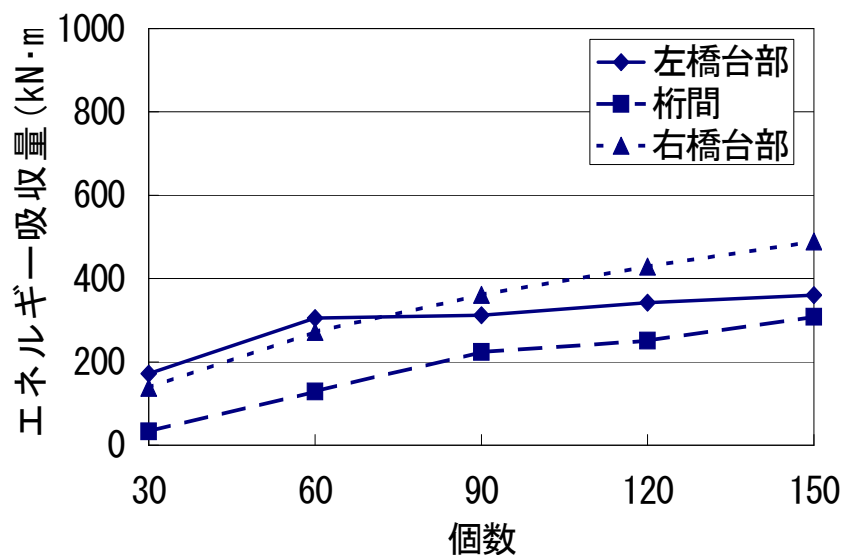
鋼製橋脚



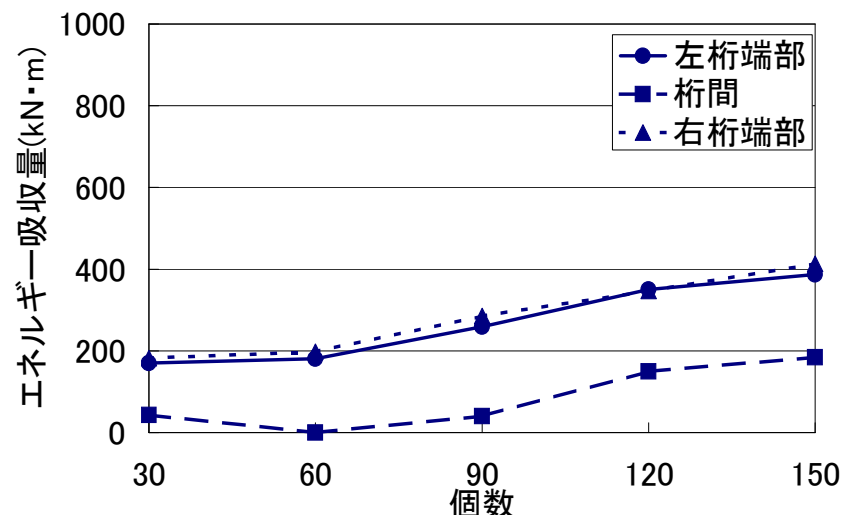
RC橋脚

両橋台部, 桁間で大きく変わっているが, 両橋脚とも120個のときバランス良く吸収できている

個数とエネルギー吸収量の関係(ゴム)



鋼製橋脚



RC橋脚

個数に応じて徐々に大きくなっているが鋼管と比べるとエネルギー吸収量の上がり方は小さい

これらの結果より, 衝突力を小さくしてエネルギー吸収量を大きくするのに適した個数はゴム90個程度, 鋼管90~120個程度であると考えられる

鋼管の個数の決定

個数	応答速度(max)		桁の運動エネルギー(kN・m)		吸収率(%)	
	RC橋脚	鋼製橋脚	RC橋脚	鋼製橋脚	RC橋脚	鋼製橋脚
90	1.35	1.42	589.68	653.49	63	70
120	1.41	1.55	642.47	775.78	51	62

$$\text{吸収率(\%)} = \frac{\text{桁の運動エネルギー}}{\text{鋼管の終局状態のエネルギー}} \times 100$$

(90個: 936kN・m, 120個: 1248kN・m)

$$\text{桁の運動エネルギー(kN・m)} = \frac{1}{2}mv^2$$

m = 1径間分の上部構造の重量(650tf)
 v = 桁の応答速度(max時を採用)

120個のほうが適当な個数であるように思われたが、
吸収率、衝突力からみると90個の方が適当であると考えられる

結論

- ・ 両橋脚ともに遊間 $U_c=15\text{cm}$ において衝突力を小さくしてエネルギー吸収量を大きくするに最も適した個数はゴム90個程度，鋼管90個程度である