

I - B205

軸方向衝撃を受ける複合柱の波動応答

広島大学工学部 正会員 佐藤 誠 *

日本電信電話㈱ 正会員 村田智哉**

1. はじめに

1995年1月の兵庫県南部地震は、大型都市直下型地震として我が国初めてのものとなり、多くの犠牲者を出すとともに、多数の土木構造物に甚大な被害をもたらした。本研究においては、阪神淡路大震災による土木構造物の破壊、損傷の中に、周期の極端に短い衝撃的外力が作用した場合の可能性を考え、波動論的観点から研究を行う。特に、RC橋脚のような複合柱が縦衝撃を受けた場合を想定し、複合柱模型内を伝播する波動のメカニズムと衝撃力の入力条件が異なる場合の波動応答の差を検討する。

2. 実験模型と衝撃力

図-1に、母材が光弾性材料のエポキシ樹脂で、強化材が真鍮角棒(5×5mm)の、長さ250mmの複合柱模型と衝撃载荷装置を示す。剛な基礎から縦波が入射する場合を考え、複合柱模型の上端に鋼製の衝撃ブロックを設置し、入力棒を介して、落錘(98gf, 2.42m/s)による衝撃力を与えた。

図-2に接触面の境界条件が異なる模型(Model.1～4)を示す。Model.1は母材のみの単柱である。Model.2～4は複合柱で、Model.2は模型上端の衝撃ブロックから母材と強化材に同時に波動が入力される。Model.3は母材から波動が入力され、Model.4は強化材から波動が入力される。

Model.1～4に対する衝撃ブロックへの衝撃力を図-3に示すが、どの実験模型に対してもほぼ同じ衝撃力(最大衝撃力:約5kN, 継続時間:約70μsec)

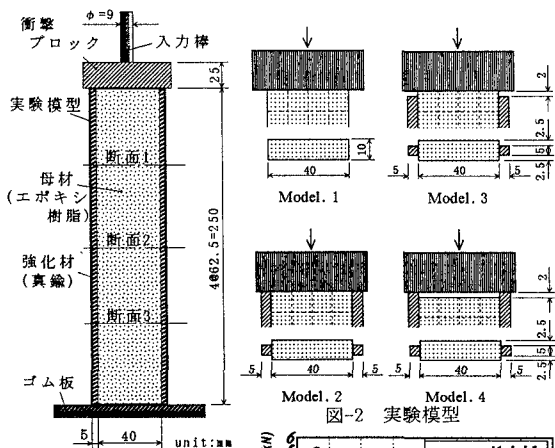


図-1 衝撃载荷装置

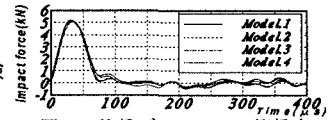


図-3 衝撃ブロックへの衝撃力

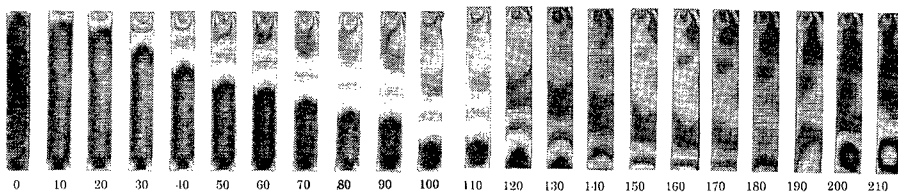


図-4 Model.1 の等色線縞模様写真(μsec)

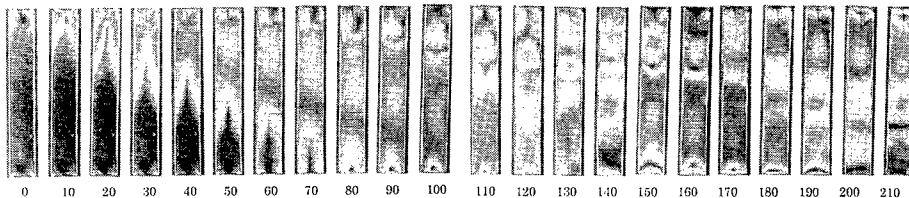


図-5 Model.2 の等色線縞模様写真(μsec)

キーワード：波動応答，複合柱，軸方向衝撃，動光弾性，パルス長

* 〒739 広島市鏡山1丁目4番1号

TEL 0824-24-7791

FAX 0824-24-7792

** 〒540 大阪市中央区馬場町3番15号

TEL 06-948-3041

であった。これは間に介在している衝撃ブロックの慣性力が大きく、実験模型の剛性の変化が効いてこないことが原因と考えられる。

3. 実験結果と解析結果

図-4~7に、軸衝撃を受ける Model.1 ~ 4 に対し繰り返し入力法¹⁾により 10 μ sec 間隔で撮影した動光弾性写真を示す。

図-4の模型 Model.1 は均質柱であるが、軸方向に伝播する縦波の波面は上に凸の曲面となる。

図-5~7の複合柱模型 Model.2 ~ 4 は、真鍮角棒を伝播する縦波がエポキシ樹脂に対する走行荷重となり、SV波の head wave が Snell の法則に従う角度約 19.0° で母材内へ透過する。図-6の Model.3 は、母材のみに波動を入力しているため、逆 V 字型の波面が現れるのは 30 μ sec 以降であるが、図-7の Model.4 は、強化材のみに波動を入力しているため、衝撃直後の 10 μ sec から波面が逆 V 字型となる。P波は視認できない。

図-8に Model.1 ~ 4 の断面 1 における中心線上の ϵ_y を示す。また、表-1に Model.1 ~ 4 の断面1の入力パルス長および $\epsilon_{y\max}$ を示す。衝撃力のパルス長 70 μ sec に対し、接触面の境界条件の違いから入力パルス長および $\epsilon_{y\max}$ はそれぞれ異なり、大きい順から Model.1, Model.3, Model.2, Model.4 となる。

図-9に断面3の Model.1 と Model.2 の中心線上の ϵ_y を示す。200 μ sec 以降、Model.2 の引張の ϵ_y が Model.1 より大きい。

図-10に Model.2 の断面3における ϵ_y の実験結果と有限要素法による解析結果を示す。反射引張波が各断面に戻ってくる時間 (150 μ sec) 以降でも、実験と解析で波形がよく一致しているが、300 μ sec 以降、 ϵ_y 波形が実験では圧縮、解析では引張となっている。300 μ sec は母材内の応力波が反射引張波となって上端に戻ってくる時間で、衝撃ブロックと柱上端の境界条件が実験と異なることによる影響が出ていると考えられる。

表-2に各模型の実験結果と解析結果から得た、入射パルスのピーク値に対する反射パルスのピーク値の比を示す。実験と解析で、複合柱模型の値に比べて単柱模型の値が小さい。

4. まとめ

- ①本実験で用いた複合柱模型内の入射パルスのピーク値に対する反射パルスのピーク値の比は、単柱模型のそれより大きい。
- ②同一の衝撃力に対して接触面の境界条件が異なると、入力パルス長が異なり、実験模型内の応答に差が生じる。

参考文献

- 1) 佐藤誠, 村田智哉: 軸方向の衝撃力を受ける複合柱の動光弾性実験法, 日本光弾性学会第18回研究発表会講演論文集, pp. 83-86, 1996

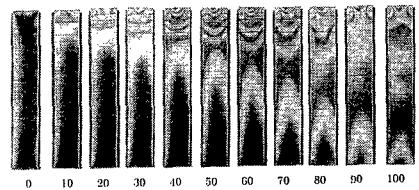


図-6 Model.3 の等色線縞模様写真 (μ sec)

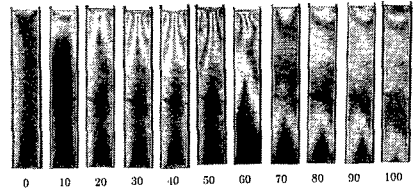


図-7 Model.4 の等色線縞模様写真 (μ sec)

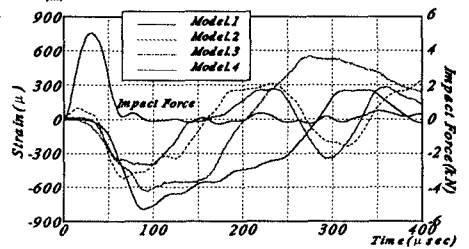


図-8 Model.1 ~ 4 における断面1の ϵ_y

表-1 各模型の入力パルス長と $\epsilon_{y\max}$

	Model. 1	Model. 2	Model. 3	Model. 4
入力パルス長 (μ sec)	253	114	185	107
$\epsilon_{y\max}$ (μ)	798	517	629	409

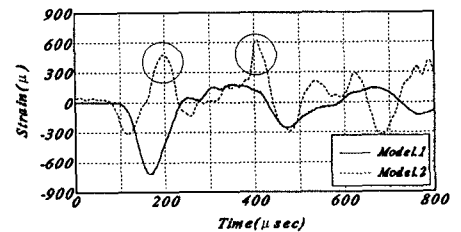


図-9 Model.1 と Model.2 における断面3の ϵ_y

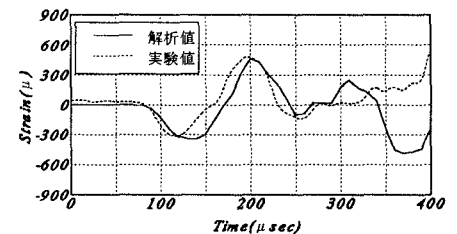


図-10 Model.2 における断面3の ϵ_y (解析と実験)

表-2 入射パルスのピークに対する反射パルスのピークの比

	Model. 1	Model. 2	Model. 3	Model. 4
実験	0.06	1.25	0.86	0.64
解析	0.47	1.32	0.86	1.00