複合柱模型の縦衝撃応答

広島大学工学部　正　員　佐藤　誠
ＮＴＴ　正　員　村田　智哉
広島大学大学院　学生員○小川　拓也

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．実験概要：Fig.1に本実験に用いた実験模型と衝撃載荷状態を示す．衝撃力は入力棒と模型上端に一様な変位を与えるための衝撃ブロックを介して，実験模型に作用させる．落錘重量98gfを入力棒の上端から30cm上方から落下させたときの衝撃力をFig.2に示す．どの実験模型に対しても衝撃作用時間は約70μsecで，最大衝撃力は約5kNである．これは，衝撃ブロックの慣性力が大きく，実験模型の剛性にほぼ無関係である．また，実験模型の下端はゴム板を敷きほぼ自由端の条件を満たしている．

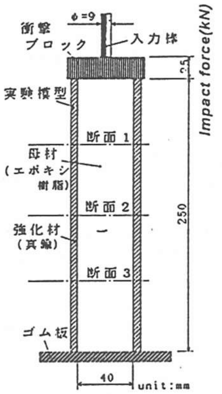

Fig.1　衝撃載荷状態

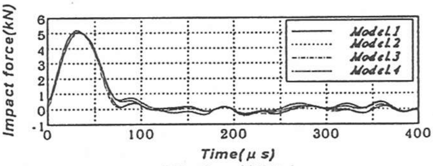

Fig.2　衝撃力

Fig.3に単柱模型Model.1と衝撃ブロックからの衝撃入力に対する境界が違う複合柱模型Model.2～4を示す．衝撃ブロックと模型上端についてModel.2は母材と強化材に同時に，Model.3は母材のみに，Model.4は強化材にのみ衝撃力が入力する．模型材料は母材に光弾性材料であるエポキシ樹脂を用い，強化材には真鍮を用いた．

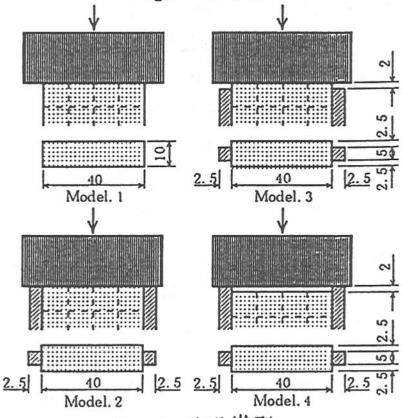

Fig.3　実験模型

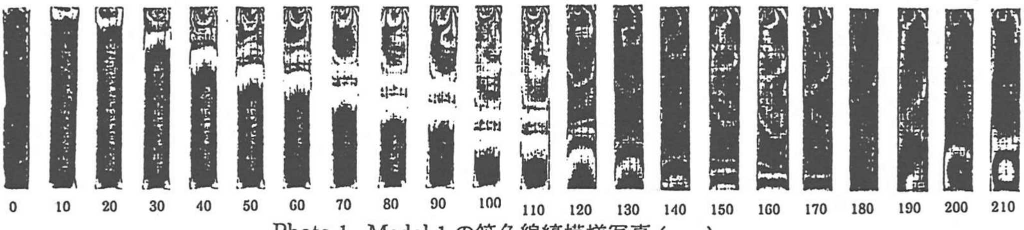

Photo.1　Model.1の等色線縞模様写真（μsec）

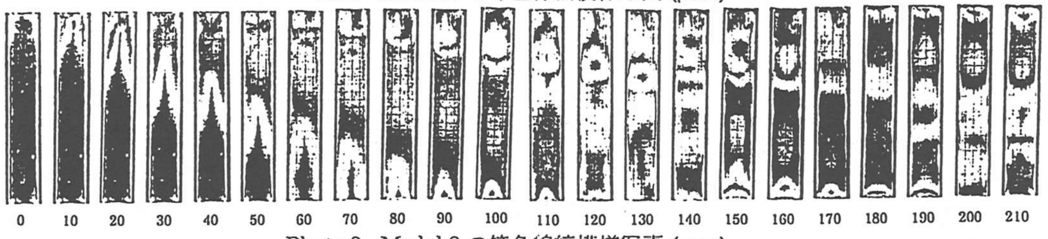

Photo.2　Model.2の等色線縞模様写真（μsec）

上述の実験模型に衝撃力を作用させて複合柱模型内部の応力伝播状態を可視化できる動光弾性実験を，また，動光弾性実験に定量的な考察を行うために動ひずみ測定を行った．

３．実験結果および考察： Photo.1 ～ 4 に動光弾性実験で得られた，Model.1 ～ 4 の等色線縞模様写真を示す．Photo.1 において，衝撃直後は球根状の縞模様になり，軸方向ひずみは柱の断面に一様に分布していないが，波動が伝播するにつれて波面は平行になる．さらに伝播すると両側面からの反射波と横慣性の効果で波面は上に凸となる．80μsec では，断面 1 に最大ひずみを示す縞模様が現れる．この縞模様は断面 2 には 120μsec，断面 3 には 160μsec に到達する．このピーク時刻は Fig.4 に示すひずみ波形と一致する．140μsec 付近で波面は下端で反射し引張波となる．170μsec 以降の断面 3 で引張波の影響により縞模様は変化する．

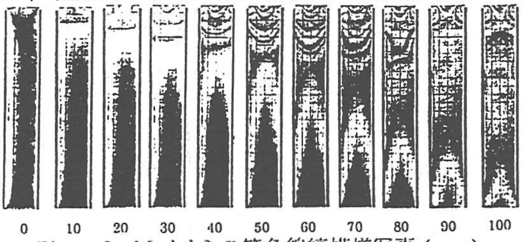

Photo.3 Model.3 の等色線縞模様写真 (μsec)

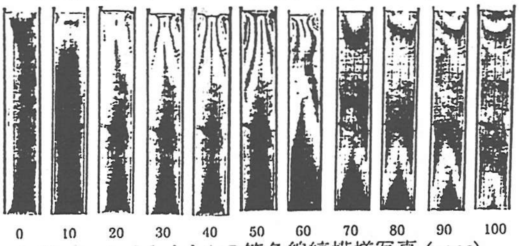

Photo.4 Model.4 の等色線縞模様写真 (μsec)

Photo.2 の 10μsec 以降には，逆 V 字型の縞模様の波面が現れる．これは，強化材内を伝播する縦波が母材内への P 波と SV 波の Head Wave である．この波面は Model.3， Model.4 でも見られる．Photo.2 の各断面に現れる最大ひずみを示す縞模様は， Fig.5 に示すひずみのピーク時刻とほぼ一致している．150μsec では，引張を現す縞模様が断面 2 から 3 に現れる．引張ひずみは 200μsec でピーク値を示し，これは Model.1 の最大引張ひずみより大きい．

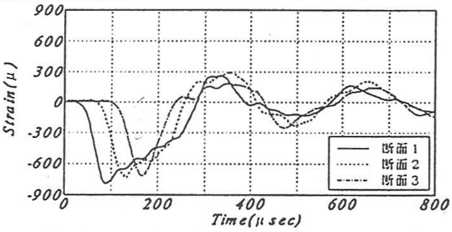

Fig.4 Model.1 の中心線上における εy

Photo.3 の Model.3 は母材のみに衝撃力を入力しているので，断面 1 での最大ひずみは大きく，断面 2， 3 では強化材の効果で急激に減少する．

Photo.4 の Model.4 は強化材にのみ衝撃力を入力しているので、強化材の効果が大きく、断面 1 における中心線上の最大ひずみが最小になる．(Table.1)

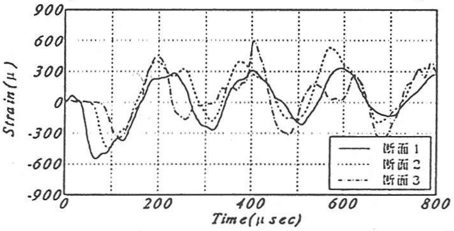

Fig.5 Model.2 の中心線上における εy

４．結論

1) 本実験において用いた複合柱模型内に発生する最大圧縮ひずみは単柱内が大きく，最大引張ひずみは複合柱の方が大きい．最大ひずみの伝播速度は，単柱内より複合柱内の方が速い．
2) 模型上端の境界の違いで，実験模型に入力されるパルス長は異なり（Table.2），実験模型内の応答に差が生じる．強化材と母材に同時に波動を入力させたときの軸方向最大ひずみは，母材のみと強化材のみに入力させた場合の間の値をとり，以下にその大きさを示す．

最大圧縮ひずみ (断面 1):Model.1(1.00)>Model.3(0.79)
>Model.2(0.65)>Model.4(0.51)

最大引張ひずみ (断面 2):Model.4(2.22)>Model.2(1.92)
>Model.3(1.04)>Model.1(1.00)

		Model.1	Model.2	Model.3	Model.4
圧縮	断面 1	798	517	629	409
	断面 2	742	462	343	416
	断面 3	725	324	203	338
引張	断面 1	241	251	544	261
	断面 2	197	379	204	438
	断面 3	39	404	206	313

Table.1 Model.1 ～ 4 の最大ひずみ (μ)

	Model.1	Model.2	Model.3	Model.4
入力パルス長	253	114	185	107

Table.2 Model.1 ～ 4 への入力パルス長 (μsec)