

衝撃突き上げを受ける R C 橋脚モデルのひび割れ発生メカニズム

防衛大学校 正会員 別府万寿博 西松建設 正会員 原田耕司
防衛大学校 正会員 香月智 フィロ- 石川信隆

1. 緒言

兵庫県南部地震において R C 橋脚の輪切り状ひび割れがみられた。著者らは、これまでに縮尺 1/10 の R C 橋脚模型に対して衝撃突き上げ実験¹⁾を行い、その R C 橋脚模型の輪切り状ひび割れの再現に成功した。また実験の結果、衝撃力の載荷直後に発生した応力波が供試体内部を伝播する状況や、その後最終的に供試体内部の軸方向のひずみ分布が一定となって振動している様子などが計測できた。本研究は、衝撃突き上げ実験で生じた R C 橋脚模型の輪切り状ひび割れの発生メカニズムについて解析的に検討を行った。すなわち、計測波形が比較的明瞭な実験の速度データを線形近似したうえで、平均化した加速度波形を求め、これを分割して逐次入力することにより輪切り状ひび割れの発生メカニズムを究明したものである。

2. 実験の概要

2.1 実験装置

図-1 に実験装置の概要を示す。本実験装置は、39kN の飛翔体を下方向から供試体の取付け台へ衝突させて、衝撃的な上下動を供試体に作用させるシステムになっている。飛翔体の衝突を受けた取付け台は、ある変位量を超えると自動的にショックアブソーバ付ストッパーが作動し停止する。したがって、取付け台に設置された供試体は、瞬間的に上方向に突き上げられた後、ストッパーの作用により原位置に戻ることになる。

2.2 供試体と測定項目

供試体の概要を図-2 に示す。実際の R C 橋脚を高さ 10m、直径 3m の円形断面のものと想定して、縮尺 1/10 のコンクリート円柱供試体を作製した。この柱の上下部には、高さ 500mm、直径 800mm のスタブを設けて、R C 橋脚の張出し梁部およびフーチング部をモデル化した。供試体作製には、圧縮強度約 25N/mm²、最大骨材寸法 20mm のコンクリートを用いた。また上部工のモデル化は、供試体の上に 41kN の重錘を載せて模擬し、供試体の柱部には 0.69N/mm² の初期圧縮応力が作用することになる。図-2 に測定項目を示す。ひび割れ発生位置と発生時刻を確認するため、またひずみ分布の時刻歴の推移を把握するためコンクリートの表面に 9 枚のひずみゲージ (8cm) を隙間がないように貼付した。また取付け台から入力される加速度は、下スタブ上に加速度計を設置して測定した。

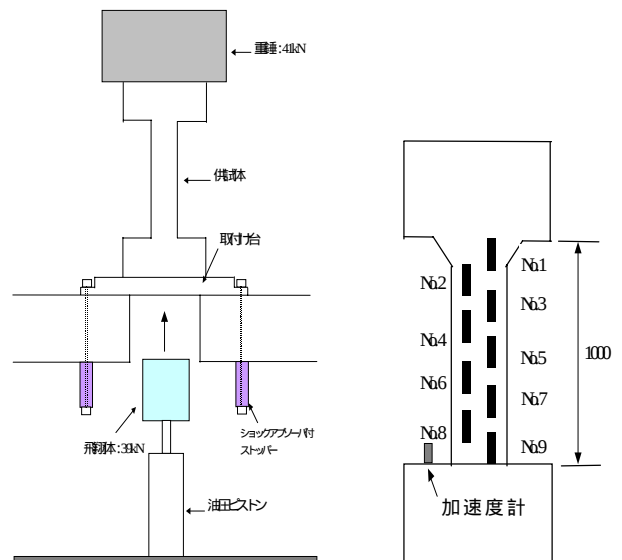


図-1 実験装置の概要

図-2 測定項目

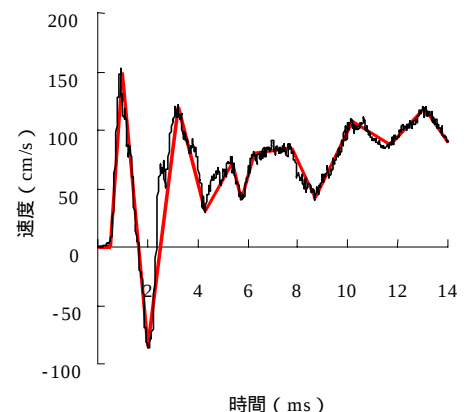


図-3 速度データの線形近似

3. 1 質点系モデルによる輪切り状ひび割れの発生メカニズムの解明

実験結果¹⁾より、載荷直後には応力波の影響がみられるものの、その影響は次第に小さくなり、供試体内

キーワード：衝撃的上下動，R C 橋脚，輪切り状ひび割れ，慣性力

連絡先：神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校土木工学科 TEL：0468-451-3810

表-1 解析定数

コンクリートの弾性係数	$2.5 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
鉄筋の弾性係数	$2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
計算の時間刻み	$1.0 \times 10^{-6} \text{ sec}$

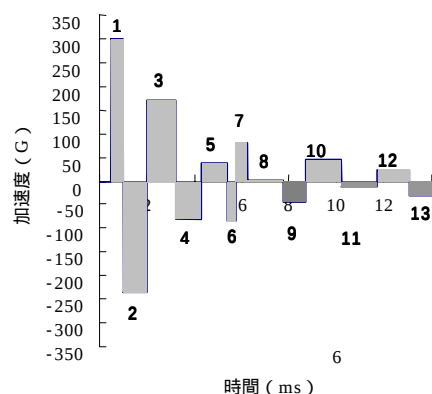


図-4 モデル化した平均加速度～時間関係

のひずみ分布は一定となって振動していることがわかった．すなわち，引張破壊が生じる時間帯では1質点系モデルに近い状態になっているものと思われる．そこで，供試体を1質点系でモデル化し，輪切り状ひび割れの発生メカニズムについて検討する．

3.1 入力速度の線形近似

実験で得られた加速度データは，高周波成分を多く含んでいるため，どの時間領域の加速度が供試体の応答に大きな影響を及ぼすかを特定するのは困難である．そこで，図-3のように速度データを線形近似したうえで，その勾配から加速度を算出して入力加速度を作成した．図-4に平均化した加速度データを示す．

3.2 解析結果と考察

まず，加速度区間1のみを入力した場合のひずみ～時間関係を実験と比較して図-5に示す．ここで実験値は柱中央部のひずみ（No.5）とした．この区間の加速度値は，全区間中で最大値を示しており，ひずみの応答も最大 2500μ と実験値に比べ約2.5倍もの大きさとなっている．これは，見かけの外力（慣性力）が加速度の関数となっているので，解析モデルに入力される力積が非常に大きくなったためであり（図-4参照），力積が作用した後は大きな自由振動をしている．以降，各区間でひずみ応答を求め，それぞれを時間軸方向に重ね合わせて近似的な解析を行った．図-6は，加速度区間1～8を重ね合わせたもので，区間8までのひずみ～時間関係をよくシミュレートしている．さらに，区間9の解析結果を重ね合わせると図-7のようになり，実験で時刻約9msにおいて観察される限界引張ひずみ 200μ を超えるピークとほぼ一致していることがわかる．すなわち本実験では，区間1で入力される大きな正の加速度による負の慣性力の作用で，突き上げ直後の柱内のひずみは当初圧縮の値をとり，区間1～8の入力では加速度入力後の自由振動により圧縮ひずみが引張へと移行する挙動を示す．その次の区間9では，負の加速度が入力されるため，引張慣性力がさらに作用して柱は損傷を受けたものと思われる．ちなみに，近似した加速度の全区間を入力すると，図-8のようになり，解析値は実験結果とほぼ等しいことがわかる．

参考文献

- 1) 原田耕司，石川信隆，香月智，太田俊昭：衝撃的上下動による大型RC橋脚モデルの水平輪切り状ひび割れに関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21，No.3，pp.1237-1242，1999年7月．

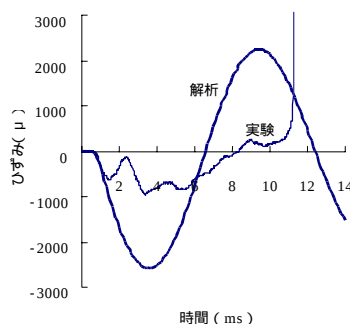


図-5 加速度区間1のみの解析結果

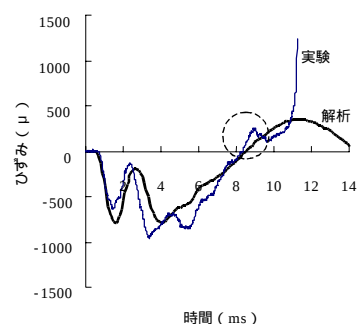


図-6 加速度区間1～8の解析結果

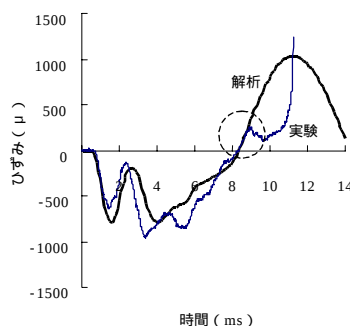


図-7 加速度区間1～9の解析結果

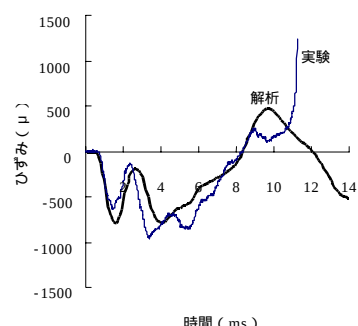


図-8 加速度全区間の解析結果