

重錘落下による鉄筋コンクリートはりの弾塑性挙動に関する一考察

金沢大学大学院自然科学研究科 後期課程 正会員 ○山本満明
 金沢大学助教授 工学部土木建設工学科 正会員 梶谷 浩
 栃木県 栃木土木事務所 堀江義徳

1. はじめに

山岳地帯が国土の大半を占める我が国においては、自然条件が厳しいこともあり、落石災害をはじめとする自然災害発生の可能性は小さくない。自然災害発生時、防護構造物に被害が生ずるが、多くの場合に動的荷重が作用する。岩盤崩落、落石、雪崩あるいは土石流を考えた場合、構造物との衝突で、発生する衝撃力によって構造物に損傷が生じ、構造物の崩壊に至ることも少なくない。地震時にも衝撃的な作用によると考えられる被害も報告されている^{1,2)}。このような衝撃荷重下での構造部材の挙動は静的な場合と比べて一般に異なることが知られている。しかしながら同一条件下で行った実験結果(破壊性状や応答特性)の再現性が乏しいこと等の理由により、長い間これらを十分に解明することは困難と考えられてきた。本研究は、もっとも基本的な部材であるRCはりの比較的低速度の重錘衝突による衝撃を対象とし、合理的な実験・測定法の基礎資料を得ることと衝撃挙動特性の解明を目的に行った実験とその弾塑性解析について報告するものである。

2. RC はりの衝撃実験と解析

RCはりの衝撃実験として図-1に示すような純スパン長 2000mm の供試体を使用して静的実験および衝撃実験を行った。実験に用いた衝撃実験装置を図-2に示す。所定の質量に調整した重錘の下部にロードセルを設置し、クレーンで所定の高さに吊り上げ、供試体にガイドレールに沿って自由落下させるものである。計測は載荷点荷重、支点反力、供試体の変位、鉄筋のひずみについて実施した。それぞれの計測位置は図-3に示す。

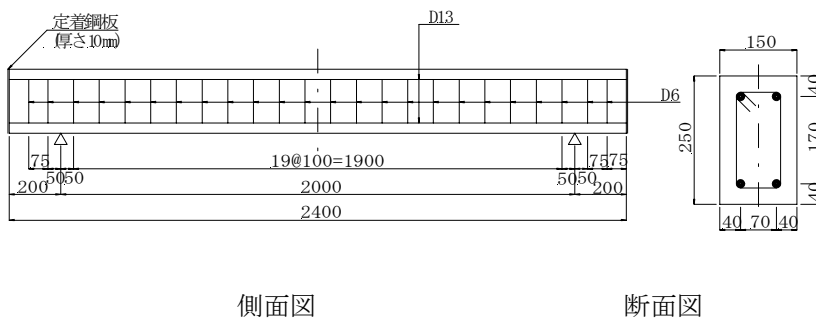


図-1 供試体諸元

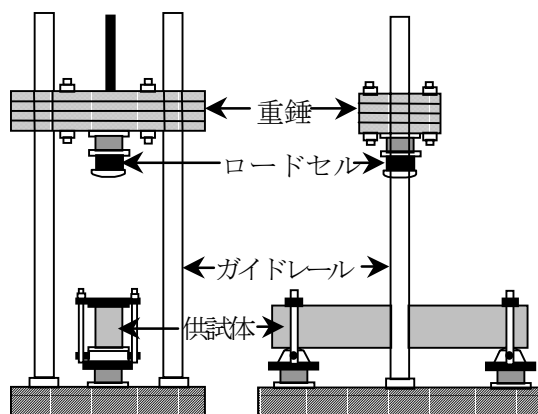


図-2 重錘落下式衝撃実験装置

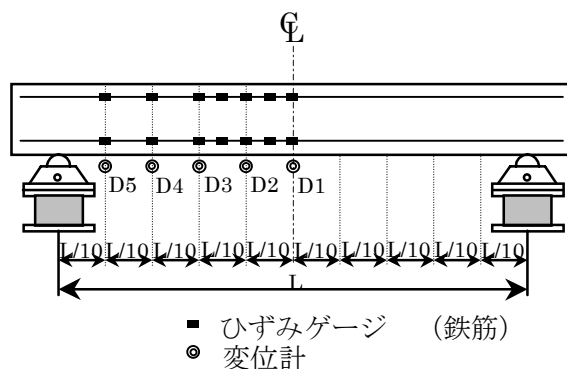


図-3 計測位置

キーワード 衝撃実験, 計測方法, 鉄筋コンクリートはり, 弾塑性解析

連絡先 〒920-8667 金沢市小立野2-40-20 電話(076)234-4603 FAX(076)234-4632

次に弾塑性解析として衝撃荷重下での材料のひずみ速度効果による影響について考慮し、断面分割法を用いた有限要素法による弾塑性解析を行った。衝撃などの載荷速度が大きい荷重を受ける場合の挙動特性は材料に生じるひずみ速度の影響により静的な荷重を受ける場合に比べ大きく異なると言われている。材料のひずみ速度効果はかなり明らかにされてきているが実験条件の設定や測定上の問題点また寸法効果の影響などにより、広く解析や設計に用いられるレベルまで十分には明らかにされていないのが現状である。既往の研究として、コンクリートについては竹田ら、山口らの研究が、鋼材については、高橋ら、岩井らの研究があげられる。本研究では、鉄筋に関しては次式で示される高橋らの提案式を用いた。

$$DIF_s = 1.202 + 0.04 \log_e$$

3. 実験および解析結果と考察

図-4に重錘質量 102kg、衝突速度 6.68m/s における載荷点でのゴム設置の有無による破壊状況を示す。これより、載荷点でのゴム設置の有無により、ひび割れの発生する領域に大きな違いは確認されなかった。ひび割れの進展する様子に関しては、ゴムを設置した場合は数本の曲げひび割れのみ生じているが、直接載荷した場合には、はり下面で様々な方向に向かうひび割れが生じ、はり上面に向かうひび割れは載荷点に向かって進展していくのがわかる。したがって、ゴムを設置することにより、局部的破壊よりも全体的破壊を卓越させることができると考えられる。図-5には載荷点でのゴムの有無による載荷点変位応答の実験値と解析値の比較を示す。変位応答は、全体的には、実験値とほぼ同じ値をとっている。なかでも変位最大値に関しては実験値をよく捉えている。また、変位の立ち上がり部分の勾配がほぼ同じであることから、はりの変位速度が実験、解析ともに同じであるということがわかる。しかし、残留変位については実験値との相違が確認された。また、実験ではゴムを設置することにより変位の立ち上がりが少々遅れるという傾向が見られたが、解析による変位応答でもその様子が確認できた。

参考文献

- 1) 松浦幹佳, 島田功, 小林治俊, 園田恵一郎: 衝撃的地震動による RC ラーメン橋脚の破壊解析, 第 4 回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集, 土木学会, pp.183-188, 1998 年 6 月.
- 2) 原田耕司, 日野伸一, 石川信隆, 香月智: 衝撃的地震動を受ける RC 橋脚模型における繊維補強効果について, 第 4 回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集, 土木学会, pp.195-200, 1998 年 6 月.

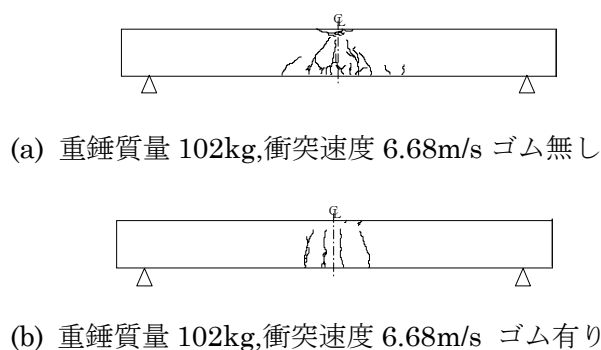
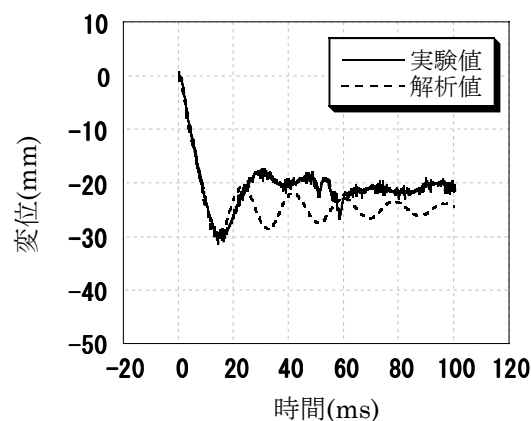
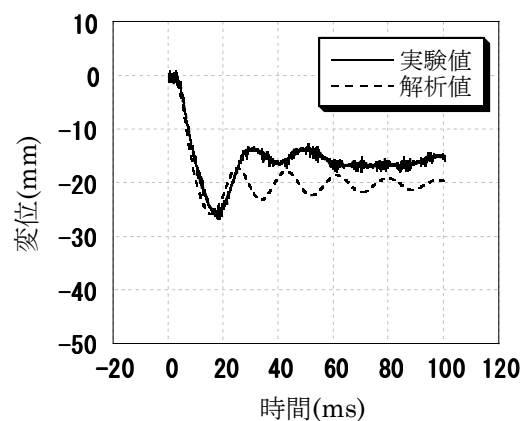


図-4 破壊状況



(a) 重錘質量 102kg, 衝突速度 6.68m/s ゴム無し



(b) 重錘質量 102kg, 衝突速度 6.68m/s ゴム有り

図-5 変位応答