

論文題目：“根付き流木モデルによる流木捕捉工の捕捉効果に関する実験的検討”

著者：渋谷 一，香月 智，大隅久，石川信隆
掲載：Vol.57A, pp.1087-1094, 2011年3月

◆討議 [榎谷 浩 (金沢大学)]

本研究で対象としている流木捕捉工の捕捉率はどの程度を目指すのかについておきかせ頂きたい。

◆回答：現在のところ、明確な基準値や参考となるものはありません。ただし、現在使用されている対策指針で、「補足工の間隔を流木長さの半分以下にする」という根拠と思われる実験研究のデータから類推すると、90%以上を目指しているのではないかと考えられます。

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

本実験の縮尺はどの程度か、また相似則はどのように考えているのかについておきかせ頂きたい。

◆回答：縮尺は1/50です。フルードの相似則に従うものと仮定しております。

論文題目：“くさび機構ゴム緩衝装置の緩衝効果に関する実験的検討”

著者：石橋和佳，片出亮，香月智，廣瀬彰則，田中健司
掲載：Vol.57A, pp.1095-1104, 2011年3月

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

東日本大震災の橋梁の免震支承が津波によってギロチンのように破壊していたことが報告されていたが、この実験では静的に比べて衝撃的に免震ゴムに力が作用したときに損傷が生じるようなことは見られなかったか伺いたい。

◆回答：東日本大震災の免震支障の破壊事例には、大変大きな興味を持っています。ただし、本実験の中では、このデバイスが有している最大変形量が10cmに対して、約5cmまでの変形における実験を行いましたので、そのような破壊は生じませんでした。参考までに、このデバイスでは、最大変形より大きくなると、スライダが金属の箱に止められますので、ゴムが破断に至ることはない構造となっております。

◆討議 [榎谷 浩 (金沢大学)]

くさびの角度と接触面の摩擦の影響について検討を行ったかどうか伺いたい。

◆回答：まず、接触面についてはテフロン加工されており、摩擦の影響は極力生じない構造となっております。くさびの角度については、今後検討する必要があると考えます。多分、鋭角にすると往路は円滑に変形しますが、復路はク

サビの慣性力による抵抗が強くなり、遅れ気味になると考えます。

論文題目：“合入力エネルギー一定下での実規模 RC 桁の繰り返し重錘落下衝撃実験”

著者：岸徳光，今野久志，山口悟，三上浩，玉木美帆
掲載：Vol.57A, pp.1105-1114, 2011年3月

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

最近の余震の多発で、一度大きな損傷を受けている建物が比較的大きな余震を受けた時に大丈夫かという質問を受けるが、合エネルギー一定入力という観点から、このような質問に対してどのように回答したら良いかを伺いたい。

◆回答：本研究で得られた結果の範囲内でお答え致しますと、まず建物の終局状態（残留変位か残留した相対変形角あるいは最大変位か最大相対変形角）を定義することが重要だと思います。後は、現状でどの程度の損傷かを評価して、残余の残留変位（相対変形角）を求め、対応する地震動規模の予測を行うことだと思います。従って予測された地震動規模が、想定余震よりも大きい場合には終局に至ることになります。勿論、多少安全側に評価することが重要であると考えます。なお、与えられた地震動規模に対する損傷程度は、処女載荷状態に対する評価に多少の安全率を考慮することでよいと思います。

◆討議 [榎谷 浩 (金沢大学)]

繰り返し作用を落石問題で考えたのはどういう意味があるのか伺いたい。

◆回答：ロックシェッドに対する落石問題を考える場合には、想定設計入力エネルギーには至らないがひび割れが発生する場合や、数回の落石によって想定入力エネルギーよりも大きいエネルギーが入力し、大きく損傷する場合も考えられます。そのような場合に対しても、終局状態に対するロックシェッドの耐衝撃安全性評価が要求されます。これより、ロックシェッドの性能照査型耐衝撃設計法の確立の観点からも、繰り返し衝撃荷重載荷の問題は重要であると認識しております。

◆討議 [藤掛一典 (防衛大学校)]

本論文における繰り返し重錘落下試験では、1回の載荷で試験体の鉄筋が降伏している。しかしながら、もし1回の落下によるRC梁の応答が鉄筋の降伏に至らないという状態で繰り返し載荷を行った場合はどうなるのかわかれば伺いたい。

◆回答：1回の衝撃荷重載荷で鉄筋が降伏に至っていない場合には、鉄筋は未だ弾性状態下にあります。従って、多少コンクリートにひび割れが発生している可能性はありますが、次の衝撃荷重載荷時には処女載荷時と類似した挙動

を示すものと推察されます。

◆討議 [大野友則 (防衛大学校)]

- 1) たわみの変形において生じる振動は梁の1次固有周期になるのか伺いたい。
- 2) 変位応答の間、重錘は梁に接触しているのか離反しているのか伺いたい。
- 3) 塑性化による振動数の減少はあるのかどうか伺いたい。

◆回答：

- 1) 衝撃荷重除荷後は、最低次固有振動で振動しているものと推察されます。ただし、繰り返し載荷時には、各載荷段階でひび割れの分布状態も異なりますので、その状態に対応した最低次固有振動状態になるものと判断されます。
- 2) 各載荷段階において、重錘は最大変位到達後リバウンド状態に移行します。すなわち梁から離反しております。
- 3) 繰り返し載荷によって、コンクリートのひび割れは進行しますので、自由振動状態の振動数は徐々に低減します。その現象は、図-2からも確認できます。

論文題目：“PVA短繊維を混入した大型RC梁の耐衝撃性に関する実験的研究”

著者：岸徳光，三上浩，栗橋祐介，田口史雄
掲載：Vol.57A, pp.1115-1123, 2011年3月

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

- 1) 静的載荷実験を実施しているかどうか伺いたい。
- 2) 試験体製作にかかった費用は一般のRC梁とPVA短繊維を混入したRC梁ではどの程度か伺いたい。

◆回答：

- 1) 静的載荷実験は実施しておりません。なお、RC梁はPVA短繊維を混入しない場合にはせん断破壊型、混入する場合には曲げ破壊型となるように設計しております。
- 2) PVA短繊維を混入することにより、RC梁の製作費が1割程度高くなります。

◆討議 [吉武謙二 (清水建設)]

短繊維分担分 V_f の寸法効果に対する定量的評価について伺いたい。

◆回答：本実験では、静載荷実験を実施しておらず、また短繊維混入率も1%の場合のみの検討となっております。従って、短繊維分担分の寸法効果を定量的に評価するためには、さらなる実験データの蓄積が必要と思われまます。この点に関しましては、今後の検討課題とさせて頂きたいと思ひます。

論文題目：“地上覆土式火薬庫の構造形式等が内部爆発による庫外爆風圧および飛散物の抑制効果に関する実験的研究”

著者：渡辺萌奈，大野友則，別府万寿博，蓮江和夫

掲載：Vol.57A, pp.1124-1133, 2011年3月

◆討議 [榎谷 浩 (金沢大学)]

薬類取締法の式には、実際にはどのような問題があるのか伺いたい。

◆回答：火薬類取締法では、火薬庫と保安すべき物件（市街地の家屋、学校、病院など）との間には、爆発影響が及ばない距離（保安距離）をとらなければならないことが規定されている。この際、保安距離 $D(m)$ は、火薬庫に貯蔵する最大火薬量 $W(kg)$ と安全係数 K との関係で、 $D=K \times W^{1/3}$ で算定することになっている。一方、火薬庫（1級）には地上式、地上覆土式および地中式の3種類があり、それぞれの火薬庫は構造形式や強度が異なっている。しかしながら、前述の保安距離の算定にあたっては、火薬量だけが考慮される。構造形式や強度の違いによっては、火薬庫の内部爆発による爆発影響（庫外爆風圧や飛散物など）は異なるので、算定式にはこれらが考慮されるべきである。

論文題目：“ポケット式落石防護網のシミュレーション解析に関する研究”

著者：前川幸次，河上康太，田島与典，岩崎征夫
掲載：Vol.57A, pp.1134-1144, 2011年3月

◆討議 [園田佳巨 (九州大学)]

解析中でメンブレンアクションを考慮しているのかどうか伺いたい。

◆回答：ご質問は“membrane action”の意と思いますが、落石防護網（ロープ+網構造）をLS-DYNAのCABLE要素とトラス要素の連結によりモデル化しており、シェル要素やはり要素を使用していませんから面外曲げ抵抗はありません。膜構造という認識はありませんでしたが、網面の面外変形とともにCABLE要素とトラス要素の引張力により面外変形に抵抗するという意味においては“membrane action”と言えないこともありません。なお、対象としている網構造では、局所的な網やロープの強度も重要ですが、落石の運動量を網構造の運動量に遷移させることが大きな役割と考へた構造です。

◆討議 [藤掛一典 (防衛大学校)]

張力-すべり量関係はどのようにして得られたのか伺いたい。

◆回答：基本的な緩衝装置は、Uボルトに組み込んだ緩衝金具（約30mm厚×60mm×110mmの鉄製ブロック2枚）と高力ボルト（M20）2本で構成されています。一端を適度な長さでフリーとしたワイヤーロープをその鉄製ブロック2枚で挟んで適切なトルク管理の下で締め付けます。ワイヤーロープの他端およびUボルトをロードセルを介して試験機フレームに固定し、ワイヤーロープを水平に保ちます。次にロープ径に対応するプーリーを下部に取り付けた重錘を落下・衝突させます。これらの概要は、本文の参考文献2)に概略図および写真付きで詳述されています。ロードセルによるロープ張力と衝突時からの重錘の鉛直移動量

から幾何学的近似計算で得られるすべり量をご質問の“張力-すべり量関係”となります。なお、平均滑り張力は、試験後に計測した重錘の位置エネルギーをロープのすべり量で除した値を近似的に用いています。また、これらは室内試験であることから重錘の衝突速度は6~7 m/sであり、実際の落石速度に比べて早いとは言えませんから、その影響は検討の余地があります。

論文題目：“ワイヤネット上の敷砂の緩衝性能に関する実験的研究”

著者：西田陽一，榎谷浩

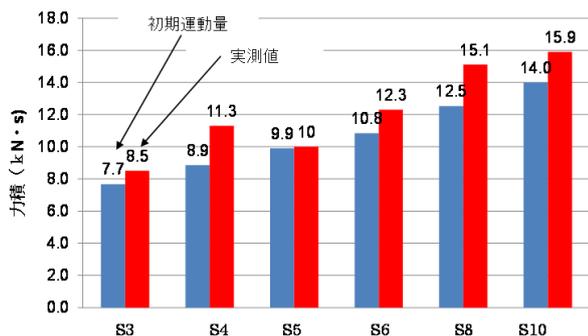
掲載：Vol.57A, pp.1145-1154, 2011年3月

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

- 1) 重錘衝撃力を求めているが、力積はどうなっているのか伺いたい。
- 2) 力積の理論値はどのような仮定に基づいて算定されているのか伺いたい。

◆回答：

- 1) 力積は、下図に示すようにワイヤネット上でリバウンド現象が発生しているため、やや大きめの値を示している。



- 2) 力積の理論値は、衝突直前の運動量 $m \cdot v$ として算定している。

◆討議 [藤掛一典 (防衛大学校)]

実際の現場に適用する場合にはどのように考えているのか伺いたい。

◆回答：実際の現場への適用は、防護柵の緩衝材としての構造を考えている。緩衝材は、防護面の局部破壊を防止する効果と支柱への荷重低減効果を期待しており、変形量の小さい防護柵ができるものと考えている。

論文題目：“SPH法を改良したワイヤリング防護柵の衝撃応答解析”

著者：園田佳巨，畑芳宏，福永一基

掲載：Vol.57A, pp.1155-1162, 2011年3月

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

重錘変位に関する実験と解析の継続時間に相違があるが、解析の何を変えれば一致するようになるかと考えているのか伺いたい。

◆回答：重錘変位の初期勾配は解析値と実験値は概ね一致していますが、跳ね返り後の戻り勾配については多少相違があります。この要因として、実験では重錘が跳ね返った後にネットの張力が解放される際に顕著な振動を示しておりますが、解析でその過程（除荷過程）を正確に評価できていないことが挙げられると思います。なお、除荷過程をシミュレートするには、ネットの初期張力分布および支持条件を正確にモデル化する必要があると思われますので、現段階では難しいと考えております。

◆討議 [別府万寿博 (防衛大学校)]

改良している SPH 方の影響範囲はかなり狭いが、弾性解の精度は検証しているのかどうか伺いたい。

◆回答：リング間に遊間がある構造系に弾性解という表現の挙動は適切ではないと思いますが、静的荷重が作用した場合の挙動について、影響範囲を含めた精度（使用したパラメータとの関連）の検証は行っております。その上で、リング要素に弾塑性構成式を適用し、衝撃実験と比較した結果につきましても概ね一致しておりますので、それ以上の精度検証は必要ないのではないかと考えております。

◆討議 [吉武謙二 (清水建設)]

変位速度の μ に及ぼす影響を教えてください。

◆回答：パラメータ μ はリング間の影響範囲（遊間）の大きさを規定しております。本稿では、静的載荷時では 1.95、衝撃載荷時では 1.83 という異なる値を設定しておりますが、このパラメータ値の違いは、衝撃荷重が作用した場合には載荷点近傍の変形速度が相対的に大きく、リング間の遊間調整による荷重再分配の時間的余裕がないことを考慮して静的載荷時と比べると小さな値を設定しております。なお、定性的には重錘の落下速度によって変位速度は異なりますので、パラメータ μ の値も変える必要があるかもしれませんが、本稿では 1 ケース (CASE6) を基準としてパラメータ値を決定しましたが、他のケースにおいても実験結果を良好に再現できましたので、衝撃載荷時には 1.83 という値を用いることにしております。

◆討議 [藤掛一典 (防衛大学校)]

解析で局所変形は追えているのかどうか伺いたい。

◆回答：アニメーションの時間刻みを細かくして動画表示を行いますと、今回の解析手法でネットの局所的な変形の進展（実験時のビデオと比較して）も良好に追跡できていることを確認しております。

論文題目：“落石による敷砂の衝撃挙動の個別要素法を用いた解析について”

著者：渡辺高志，榎谷浩，油谷勇佑，佐藤彰

掲載：Vol.57A, pp.1163-1172, 2011年3月

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

- 1) 土圧の測定結果から底面の伝達衝撃力の換算はどのように行っているのか伺いたい。
- 2) 側面での伝達力はどのように処理されているのか伺いたい。
- 3) 実験と解析の比較で力積についてはどのように行っているのか伺いたい。

◆回答:

- 1) 土圧計ごとに土槽底面における支配面積を設定しており、実際の接地面積と支配面積の比から土圧計ごとの伝達衝撃力を算出し、全土圧計の衝撃力の総和を底面伝達衝撃力として扱っています。
- 2) 実験では側面に土圧計を設置していないため伝達衝撃力を処理していません。解析では底面と同様に固定境界として扱い伝達衝撃力を得ております。
- 3) 平底モデルでは衝撃力のピークまでは概ね一致しており、その後は解析値がやや小さな値となり、錐底モデルでは解析値が全体的に小さな値となっております。

論文題目: “敷砂緩衝材を設置した 1/2 縮尺 RC 製ロックシェッド模型の重錘落下衝撃実験”

著者: 西弘明, 岸徳光, 牛渡裕二, 今野久志, 川瀬良司
掲載: Vol.57A, pp.1173-1180, 2011 年 3 月

◆討議 [榎谷 浩 (金沢大学)]

この実験では、設計のエネルギーに対し終局状態のエネルギーがどのようにになっていたのか伺いたい。

◆回答: 現行設計法(許容応力度法)における頂版コンクリートの設計値は、 $E = 44.6 \text{ kJ}$ です。一方で、実験時に発生したひび割れや残留変位、鉄筋ひずみ等より、 $H = 20 \text{ m}$ 落下(入力エネルギー $E = 1,960 \text{ kJ}$)でロックシェッドが終局に至ったと仮定しますと、終局状態に至る入力エネルギーは、設計値に対して約 40 倍になります。

◆討議 [園田佳巨 (九州大学)]

結合部の応答はどのようにであったか伺いたい。

◆回答: 結合部における応答については、計測していないため詳細には把握しておりません。悪しからずご了承ください。なお、頂版部と柱・側壁の変位応答より結合部の状況を推測致しますと、頂版部の時刻歴波形は第 1 波と第 2 波の正弦半波より構成されております。一方、柱・側壁では第 1 波の応答時刻は頂版部とほぼ同程度であるものの、第 2 波以降は減衰自由振動を呈しております。かつ、振動数はお互い異なっております。これより、衝突初期には構造物が全体的に挙動し、それ以降では接合部を境に頂版と柱・側壁が局所的に挙動する傾向を示しているものと推察されます。従って、結合部は、1 波目には剛結合として挙動するものの、2 波目以降は伝達エネルギーが小さいことより剛結合としては挙動せず、各部材が接合部と支持部で節となるような局所的な挙動を呈するものと判断されます。

◆討議 [藤掛一典 (防衛大学校)]

落下高さとの関係について伺いたい。

◆回答: 本実験では、頂版部では敷砂の緩衝効果により、落下高さ $H = 25 \text{ m}$ までは押し抜きせん断等の局部破壊には至らず、曲げ破壊が卓越する傾向を示しております。ただし、柱内側上端部では、 $H = 25 \text{ m}$ 落下時に圧壊(局部破壊)に至っております。

論文題目: “2 辺支持大型 RC スラブに関する重錘落下衝撃実験”

著者: 岸徳光, 西弘明, 今野久志, 牛渡裕二, 保木和弘
掲載: Vol.57A, pp.1181-1193, 2011 年 3 月

◆討議 [藤掛一典 (防衛大学校)]

緩衝工を設置することにより押し抜きせん断破壊から曲げ破壊に移行するメカニズムについて伺いたい。

◆回答: 緩衝工を設置することによって、緩衝工を介した衝撃荷重載荷面積は広がります。このことより、対応して押し抜きせん断コーンの面積が大きくなり、せん断耐力も向上することになります。一方、曲げ耐力は緩衝工を設置することによってそれ程増加しません。その結果、曲げ耐力が押し抜きせん断耐力よりも小さくなり、RC スラブは曲げ破壊によって終局に至るものと推察されます。

論文題目: “数値シミュレーションによる爆土圧特性の評価に関する基礎的研究”

著者: 別府万寿博, 岡垣光祐, 片山雅英, 伊東雅晴
掲載: Vol.57A, pp.1194-1204, 2011 年 3 月

◆討議 [岸 徳光 (室蘭工業大学)]

爆発問題では基本的にクレーターの評価が重要と考える。このような観点から実験と解析結果の比較があったら伺いたい。また、いずれの構成則が最適かもあわせて伺いたい。

◆回答: 解析では表面近傍で破壊した領域をクレーターとみなして評価しています。解析の妥当性を評価する際にも、クレーターの形状や大きさを実験と比較しており、提案した密度依存剛性モデルが最も実験に近い結果になりました。

◆討議 [園田佳巨 (九州大学)]

密度依存剛性について伺いたい。

◆回答: 地盤材料は締め固めると剛性が大きくなり、緩むと剛性は小さくなりますが、密度依存剛性はこの性質を考慮したものです。具体的には、密度が大きくなるとせん断弾性係数が大きくなるように設定しています。

論文題目：“ASPH 法による RC 部材の衝撃破壊挙動の解析精度に関する基礎的研究”

著者：深澤仁，園田佳巨

掲載：Vol.57A, pp.1205-1212, 2011 年 3 月

◆討議 [矢部明人 (構造計画研究所)]

要素消滅時の内在ひずみエネルギーの処理をどのように行っているのか伺いたい。

◆回答：今回の論文に用いた計算では、粒子の消滅とともにその粒子が有するひずみエネルギーも失われるようにしております。破壊による逸散エネルギーの評価としては過剰な取り扱いだと思われ、最大変位応答以降の波形に殆ど振動が見られないなどの弊害も現れております。現時点で、最大変位は精度良く推定できていると思われませんが、近傍粒子に解放応力の分散（配分）などの処理を行うことで、最大変位以降の応答波形も再現できるような改良を今後も継続して検討していきたいと思っております。

◆討議 [今野久志 (寒地土木研究所)]

曲げ破壊型 RC 梁では変位の評価が重要であるが、せん断破壊型では支点反力等の評価が必要と思われる。この解析手法では支点反力の算出ができるのかどうか伺いたい。

◆回答：今回の解析でも、支持条件を設定した粒子が有する応力の鉛直成分を領域積分することで支点反力を算出することが可能です。今後の研究発表では支点反力も計算結果に追加することにしたいと思います。

◆討議 [岸 徳光 (室蘭工業大学)]

支点の境界条件はどのように処理しているのか伺いたい。また、あわせて重錘や支点部治具と RC 梁間の接触面処理等はどのようにしているのかも伺いたい。

◆回答：支点の境界条件は、変位を拘束する粒子を決めて、当該粒子の拘束方向の速度成分を常にゼロに設定することにしております。支点治具はモデル化していませんので、治具までモデル化した場合と比べると剛支持の影響が計算結果には表れているものと思われ。重錘は鋼粒子の集合体としてモデル化し、RC 梁（コンクリート粒子）との接触は SPH の影響範囲を両粒子の半径和に設定することで判定し、ペナルティ法の考えに基づいて粒子間の重なり量に比例（実際には貫入体積量を計算）して反力を与える方法を用いております。

◆討議 [別府万寿博 (防衛大学校)]

鉄筋のモデル化をどのようにしているのか伺いたい。また、鉄筋とコンクリートの付着を考慮しているのかについても伺いたい。

◆回答：鉄筋は鋼粒子の結合モデルとして表現し、コンクリート粒子との力学的な相互作用は SPH 本来の計算方法を適用しております（ただし、作用・反作用の関係が崩れないように粒子加速度の計算には両者の平均値を用いるなどの工夫はしております）。なお、鉄筋とコンクリートの付着

は両者間のせん断応力が既定値を上回ると、当該方向の重み関数値を低減させて付着力に上限を設定する形で考慮しております。

論文題目：“杭付 RC 落石防護擁壁の数値シミュレーションと簡易設計法の提案”

著者：川瀬良司，岸徳光，西弘明，牛渡裕二，刈田圭一

掲載：Vol.57A, pp.1213-1224, 2011 年 3 月

◆討議 [榎谷 浩 (金沢大学)]

図-13 のひずみ分布をみると数値解析結果は、実験や静的解析結果に比べて複雑になっているが、この理由を伺いたい。

◆回答：文中に記述しておりますように、数値解析では上層地盤の定数が過小に評価されましたことにより、最大モーメントの発生位置が下層地盤上面程度まで下がったものと考えられます。そのため、実験結果や静的解析結果と若干異なる結果になったものと推察されます。また、深度 2m 程度までの地表付近において、ひずみが不整形状となっていることに関しましては、鋼管杭そのものや擁壁本体との剛比が大きく変化する箇所でもありますことより、振動モードにもその影響が現れたものと推察されます。

◆討議 [前川幸次 (金沢大学)]

LS-DYNA における地盤モデルについては何を使用しているのか伺いたい。

◆回答：上層地盤は、地表面より $1/\beta$ 程度の範囲を設定し、孔内水平載荷試験より得られた応力ひずみ曲線をトリリア型にモデル化して用いております。一方、下層地盤は、鋼管杭の動的挙動への影響が小さいと考えられますので、弾性体と仮定しております。なお、本研究では、LS-DYNA に用意されております地盤モデルは特に用いておりません。

論文題目：“同一力積衝撃応答スペクトルによる衝撃応答算定法の提案”

著者：武田慈史，河西良幸

掲載：Vol.57A, pp.1225-1238, 2011 年 3 月

◆討議 [岸 徳光 (室蘭工業大学)]

梁の場合における剛性勾配や耐力をどのようにして評価するのか伺いたい。

◆回答：剛性勾配は、バイリニアの復元力の等価な弾性剛性とし、耐力は梁の曲げの終局強度から 1 質点としての等価な耐力を評価します。具体的に述べますと、曲げ終局時の曲率から梁としての変形を評価し、更に 1 質点としての変形に換算し、1 質点としての曲げ耐力とその変形から等価な弾性剛性を評価します。

◆討議 [榎谷 浩 (金沢大学)]

準静的や衝撃ではない動的な領域で、柔な物体の衝突や間

接衝突の場合にはどのように取り扱うべきか伺いたい。

これらの傾向は本実験のみならず、過去の実験でも認められております。

◆回答：準静的や衝撃ではない領域では、荷重の継続時間 τ と構造物の弾性固有周期 T の比 τ/T が 0.1 以下になり、構造物と荷重の周期が近づいてくるので、荷重の形状(サイン波、三角波、矩形波など)や耐力 R_m と衝撃荷重のピーク値 F_p の比 F_p/R_m の影響を受けるようになります。したがって、荷重の形状や継続時間 τ を出来るだけ実際に近い条件になるように設定することが重要となります。航空機衝突のような柔な物体では、破壊強度が小さいので、荷重の形状は質量分布に近く、荷重の継続時間は物体の長さを衝突時間で割ることにより概ね評価できます。反発係数がほぼ 0 に近いので、衝撃力積 I は物体の運動量 mv とほぼ等しくなります。敷砂のような緩衝機構を介した間接衝突の場合では、既往の実験結果を参考にして荷重の継続時間 τ を設定しますが、 τ のばらつきが大きいと予想される場合には、そのばらつきの幅を考慮して設定することになります。反発係数がほぼ 0 に近いので、衝撃力積 I は物体の運動量 mv とほぼ等しくなります。

論文題目：“四辺支持 RC 版の耐衝撃性に及ぼすコンクリート強度の影響と耐衝撃設計法”

著者：岸徳光・三上浩・栗橋祐介

掲載：Vol.57A, pp.1239-1250, 2011 年 3 月

◆討議 [藤掛一典 (防衛大学校)]

載荷速度が大きくなるほど、支点反力が小さくなるのは何故か。

◆回答：載荷速度が小さくかつ損傷程度も小さい場合には、衝突速度の大きさに対応して入力エネルギーも大きくなるため支点反力も大きくなります。一方、載荷速度が大きく載荷点近傍部の損傷が大きくなるような場合には、載荷点近傍部におけるエネルギー吸収量も大きくかつ剛性も低下することにより伝達せん断力も低下し、支点反力も減少するものと推察されます。すなわち、ある上限の支点反力を超えて入力エネルギーを増加させても、支点反力はそれ以上には増大しない、ということです。著者らは、この時の支点反力を動的耐力として評価しています。

◆討議 [河西良幸 (前橋工科大学)]

支点反力は部材の応答に基づく慣性力の反力として生ずるものであると考える。したがって、支点反力は部材の損傷と直接関係するものとは思えないが何か。

◆回答：衝撃荷重載荷時の支点反力は、単純に言えば荷重による分と慣性力による分の合計であると判断されます。ただし、これらの相互作用としての波動伝播を考慮しなければなりません。従って、載荷初期には、支点反力が遅れて励起します。また、載荷速度が大きく載荷点近傍部の損傷が著しい場合には、載荷点近傍部でエネルギーが大きく吸収され、その領域の剛性も低下しかつ波動伝播速度も小さくなることより、結果として支点反力も減少するものと判断されます。以上より、支点反力は部材の損傷と直接関係があるものと判断されます。なお、