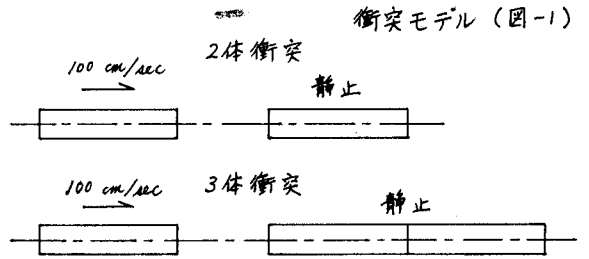


まえがき

物体の衝突による衝撃を解析する場合、衝撃力および衝撃体、被衝撃体の変位と内部応力等の時間的、空間的な変化を知ることは容易ではない。著者は有限要素法を用いたコンピュータ・シミュレーションにより衝突、衝撃現象の再現を試みた。この問題に関する限りシミュレーションは実体モデル実験に比べて以下のような便利な点

- ① 測点を時間的、空間的に任意に選べる。
- ② 衝突速度を任意に選べる。
- ③ 材質を任意に選べる。

を有するため、現象解析に有力な知識を与えるものと思われる。



計算条件

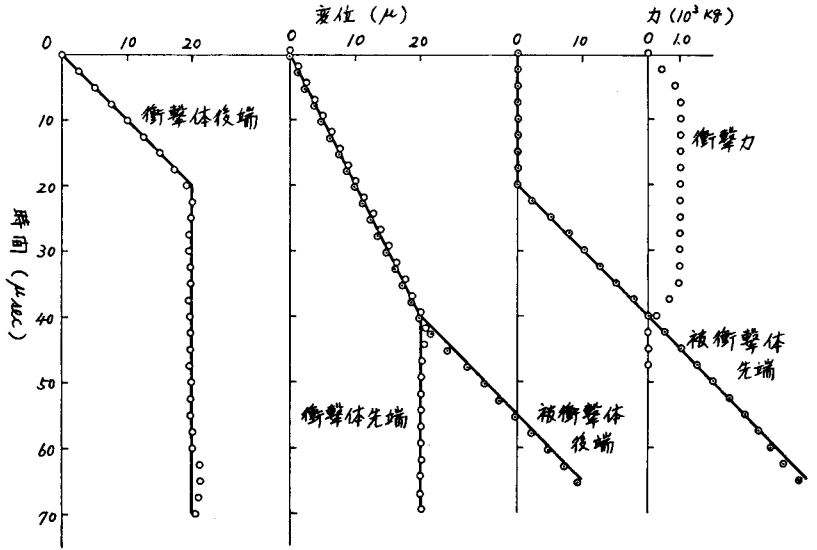
一例として、全く同形、同質な棒の衝突を二次元問題として解析した。図-1に示すように、1つは静止した棒に他の棒がぶつかるもの、もう1つは静止して並んだ2つの棒に3つの棒がぶつかるものである。

有限要素は、三角形1次要素で集中質量型のものを用い、材質は鋼を想定しかつ完全弾性体とした。いずれも衝撃体は速度100 cm/secで進行し、時刻 $t=0$ で被衝撃体にぶつかるものとする。

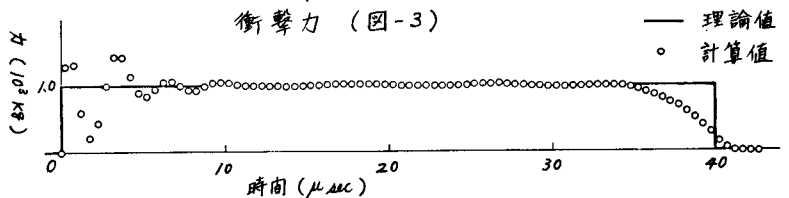
衝撃力

このシミュレーションにおいて、衝撃体と被衝撃体の相互作用をどのように仮定するかは重要な問題である。著者

変位の時間的変化 (図-2)



衝撃力 (図-3)



は1つの試みとして以下の仮定により計算を行った。

- ① 時刻の各ステップで、衝撃体の先端と被衝撃体の後端の変位を等しくさせるような力が作用する。
- ② この力は節点の加速度に起因する部分と変形に起因する部分とからなる。
- ③ 被衝撃体の変位が、衝撃体の変位より大きい時は衝撃力は働かない。

以上の衝撃力を基に、ルンゲ・フッタ・ギル法により逐次積分を行った。

計算結果

図-2は2体衝突における変位および衝撃力の時間的変化である。変位に関しては、初等理論による値と良く一致していることが分る。衝撃力をさらに詳しく示したのが図-3で、衝撃の初期に若干の振動が認められる。これは有限要素による離散化モデルでは、避けられない振動と思われる。

図-4は衝撃端から全長の $\frac{1}{4}$ の点における応力変化で、理論値とはかなり異っている。この差異は既発表の実験値にもしばしば見られるところであり、応力波の分散を無視した初等理論値と合わせるのは当然と考えられる。

図-5は衝突時のエネルギー授受の過程を調べたもので、大体は理論と合っているが、衝突後も衝撃体が若干のエネルギーを持っていることと、計算上のエネルギー・ロスが見られる。これは、表-1にも明らかなように、衝突後も衝撃体がわずかながら運動速度を持っているためである。この結果を直接むすび付けることには問題もあるが、ビリヤードの球をぶつけた際にも同様の現象が認められることは興味深いところである。

あとがき

本シミュレーションは、衝撃力の仮定、離散化モデルによる振動の問題等、なお厳密な検討を欠かさないが、一応の成果は得ており、今後、形状や境界条件の複雑な問題、塑性等を考慮した解析等、衝撃解析に極めて有力な方法を与えるものと考えられる。なお、当日は3体衝突の結果も合わせて、スライドで発表する。

参考文献

- 1) Goldsmith W. "Impact" Edward Arnold: London 1960 633-657, 1969
- 2) Bell J.F. "The dynamic plasticity of non-symmetrical free-flight collision impact" *Int. J. Mech. Sci.* 11, 8

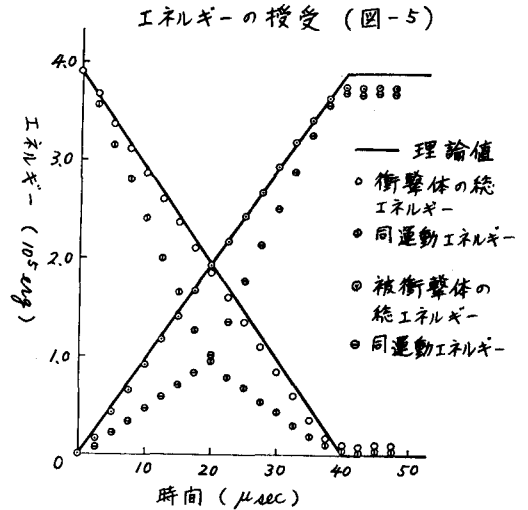
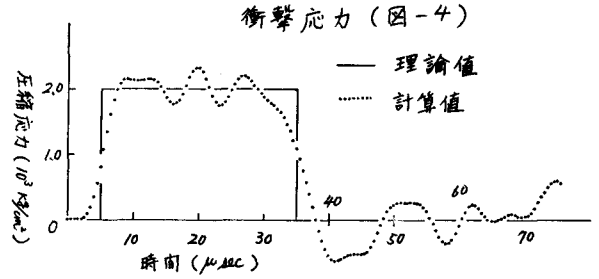


表-1 速度変化 (cm/sec)

		衝突前	衝突後
2体衝突	衝撃体	100	3.41
	被衝撃体	0	96.6
3体衝突	衝撃体	100	-1.39
	被" (1)	0	4.93
	被" (2)	0	96.4