

位相最適化手法を用いた変形拡大メカニズムの形態創生

建築学科：藤井大地・原田卓哉（B4）

【結言】コンピュータを利用して最適な構造形態を求める研究は、近年著しい発展を遂げ、すでに機械分野では、部品の形状設計等に利用されている。汎用ソフトとしても、NASTRAN OPTI-SHAPE などがあり、一般の技術者も設計に利用することができる。筆者は、このような形態創生技術をさらに発展させ、独自にソフト開発も行っている。そして、これまでの研究成果については、2002年4月に『パソコンで解く構造デザイン』（丸善）というソフト付著書を出版している。

【研究内容】本研究は、以上の研究をさらに発展させたものである。著書にも一部公開しているが、筆者の開発した手法では、効率のよい変形を生み出すメカニズムを創生できる。例えば、図1に示すように鉛直下向きの荷重で物を引っ張り上げるメカニズムを考えてみよう。この領域にどのようなメカニズムを創生すれば良いか、意外に思い浮かばない。そこで、このようなメカニズムをコンピュータを用いて創生することを考える。このために、図2に示すような骨組の下地構造を考える。このような下地構造をグラウンドストラクチャーと呼んでいる。このようなグラウンドストラクチャーから、最適化手法を用いて、物を引き上げる形態を創生してみよう。図3に本解析手法による解析結果を示しているが、本方法の特徴は、どこをリンクにするかという情報（図中のヒンジ）が同時に得られるという点である。このメカニズムでは、荷重点の変位に関して、約4倍の相対変位で物を引き上げることができる。

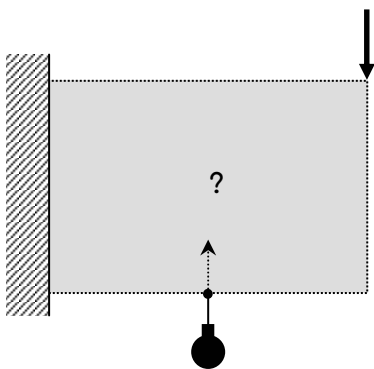


図1 ものを引き上げる問題

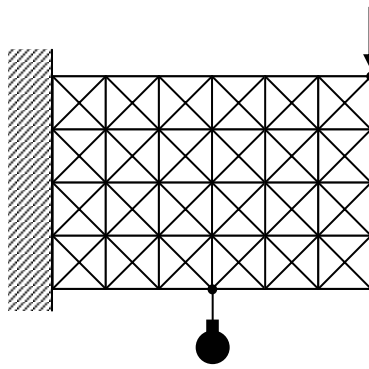


図2 グラウンドストラクチャー（骨組）

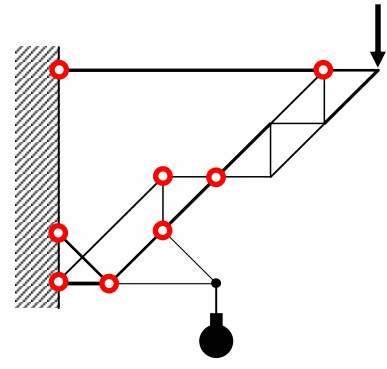


図3 解析結果

本研究では、このようなメカニズムの形態創生技術を用いて、新しい制振ダンパー機構を開発することを試みている。これまで様々な制振ダンパーが提案されているが、大きな問題点は、非常に大きな地震にのみ有効で、風による振動や中規模の地震ではあまり減衰効果を期待できない点であった。しかし、上に示したような形態創生技術を用いて、ラーメン構造の変形を拡大してダンパーに伝えれば、小さな変形で大きな減衰効果を期待できる。例えば、図4に示すようなグラウンドストラクチャーを仮定し、B点の変形を拡大するメカニズムを創生してみる。

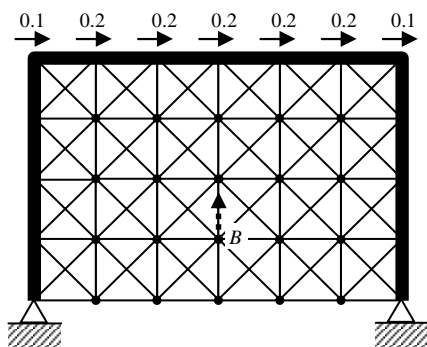


図4 変形拡大メカニズムのグラウンドストラクチャー

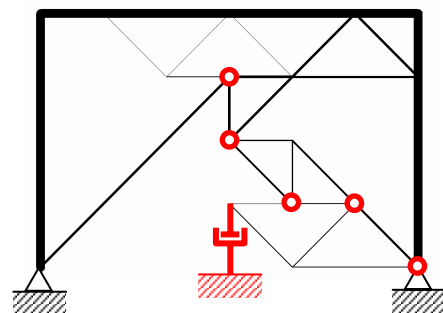


図5 解析結果

図5は、解析結果の一例を示したものであるが、解析上は、梁の水平変位に比較してB点に10倍以上の鉛直変位を生じさせることができる。現在いくつかの解析結果に関して模型を作成中である。このようなメカニズムは、他の分野にも応用可能であると考えられ、今後の発展が期待できる。