

Appendix D 曲げせん断モデルと固有モード

4.2.3で扱った等価せん断剛性分布は、曲げせん断系で表せる一般的な高層建物の剛性分布としている。しかし、この分布形は図-4.3に示した曲げせん断系の等価せん断剛性分布と比較して、頂部での剛性低下を無視している。この部分が、頂部の変形性状に与える影響を検討するため、曲げせん断モデルを用いて、曲げせん断系としての固有モードを検討する。

想定するモデルは、質量、階高が全層にわたって均一なモデルとし、まず曲げ剛性とせん断剛性が全層均一なものを検討する。パラメータとして頂部での曲げ変形(${}_{TOP}\delta_M$)とせん断変形(${}_{TOP}\delta_Q$)の比とし、 ${}_{TOP}\delta_M/{}_{TOP}\delta_Q$ が0.2,0.5,1.0,2.0,3.0の5種となるよう曲げ剛性とせん断剛性の比を定める。

これらの固有モードと層間変形角モードを図-D.1,D.2に示す。1次モードにおいては、曲げ変形の増大に伴って固有モードが基部で膨らむ形状から頂部で拡大する形状へと変化している。頂部での曲げ変形とせん断変形が同じの時には、図-4.2に示したように中層階で層間変形角モードが最大となっている。これより曲げ変形が少ないときには基部で、曲げ変形が多いときには頂部で層間変形角が最大となる形状になっており、曲げ変形成分が多いほど頂部の変形が大きくなることを示している。高次モードでは、変形成分の差によるモード形の変動は少なくなっており、3次モードにおいては層間変形角モードにおいても差がほとんど無い。これより、曲げ変形成分は主として1次モードのみに影響を与えることがわかる。

次に、剛性が上層に向かって低下する場合の固有モードを検討する。検討パラメータとする剛性分布としては、せん断剛性が上層に向かって直線的に低下する分布形を考える。(4.1)(4.2)式によれば、曲げ剛性は柱断面積に、せん断剛性は柱断面積の2乗に比例するので、曲げ剛性はせん断剛性低下率の平方根に比例して低下させる。パラメータとする頂部でのせん断剛性低下率は、1.0,0.5,0.2,0.1,0.05(曲げ剛性低下率はそれぞれ1.0,0.71,0.45,0.32,0.22となる)の5種とする。なお、曲げ剛性を均一としたときの検討も行ったが、同様の傾向であったので省略する。

得られた固有モードと層間変形角モードを1次～3次モードまで図-D.3、D.4に示す。曲げ変形成分が少ないときには剛性低下に伴う固有モードの変化が大きく、

剛性低下に伴い頂部が振れやすくなる形状になっていく。曲げ変形成分の多い場合には、剛性低下に伴う固有モードの変化は少ない。これは、図-4.4に示した等価せん断剛性分布の傾向と同様である。1次の層間変形角モードは、 ${}_{TOP}\delta_M/{}_{TOP}\delta_Q$ が0.2~1.0の時には、頂部のせん断剛性が基部の0.5倍以上の時は上層部の変形が大きくなる。 ${}_{TOP}\delta_M/{}_{TOP}\delta_Q$ が2以上の時には、全層均一であっても上層部の変形角が大きく、上層部のせん断剛性の低下に伴い、その傾向が増している。

頂部の振れ易さという観点よりモード形をみると、頂部のせん断剛性を基部の0.05倍にしたものを除き、頂部では層間変形角モードが減少する形状となっている。したがって、せん断剛性分布が頂部で基部の0.05になる直線分布形からなる剛性分布以下でない限り、頂部が特に振れることにはならないと考えられる。これより、4章で与えた目標等価せん断剛性分布による断面設定で、むち振り現象は防げるものと考えられる。また、目標せん断剛性から求めたせん断剛性が過大な値や負の値になったときには、下層階と同じせん断剛性としても、頂部が過度に振れる現象は生じないと考えられる。

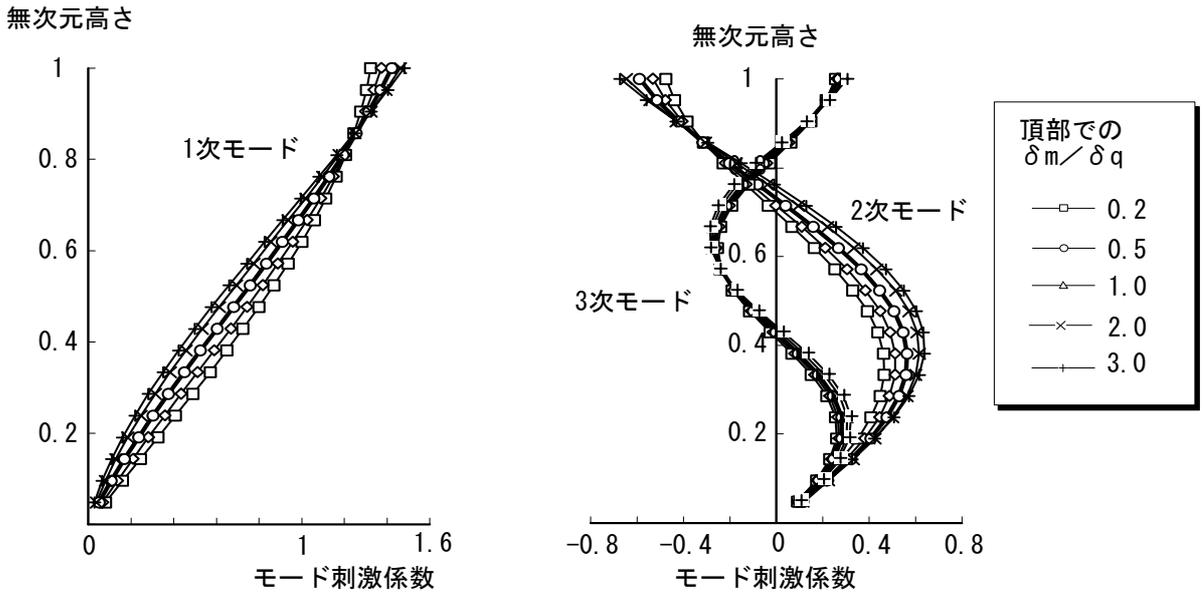


図-D.1 変形成分と固有モード

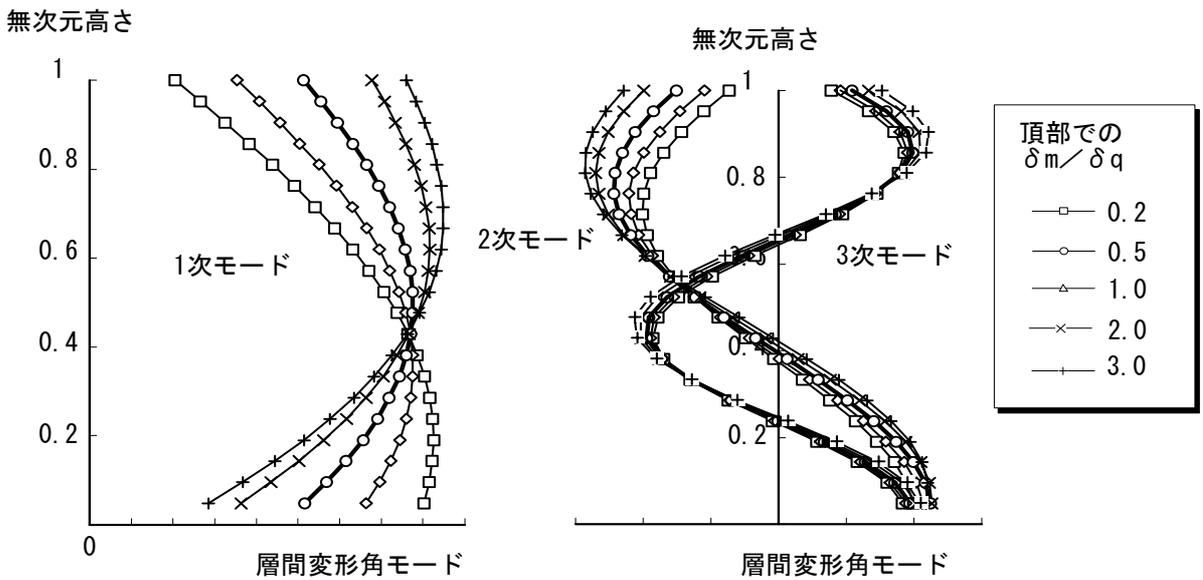


図-D.2 変形成分と層間変形角固有モード

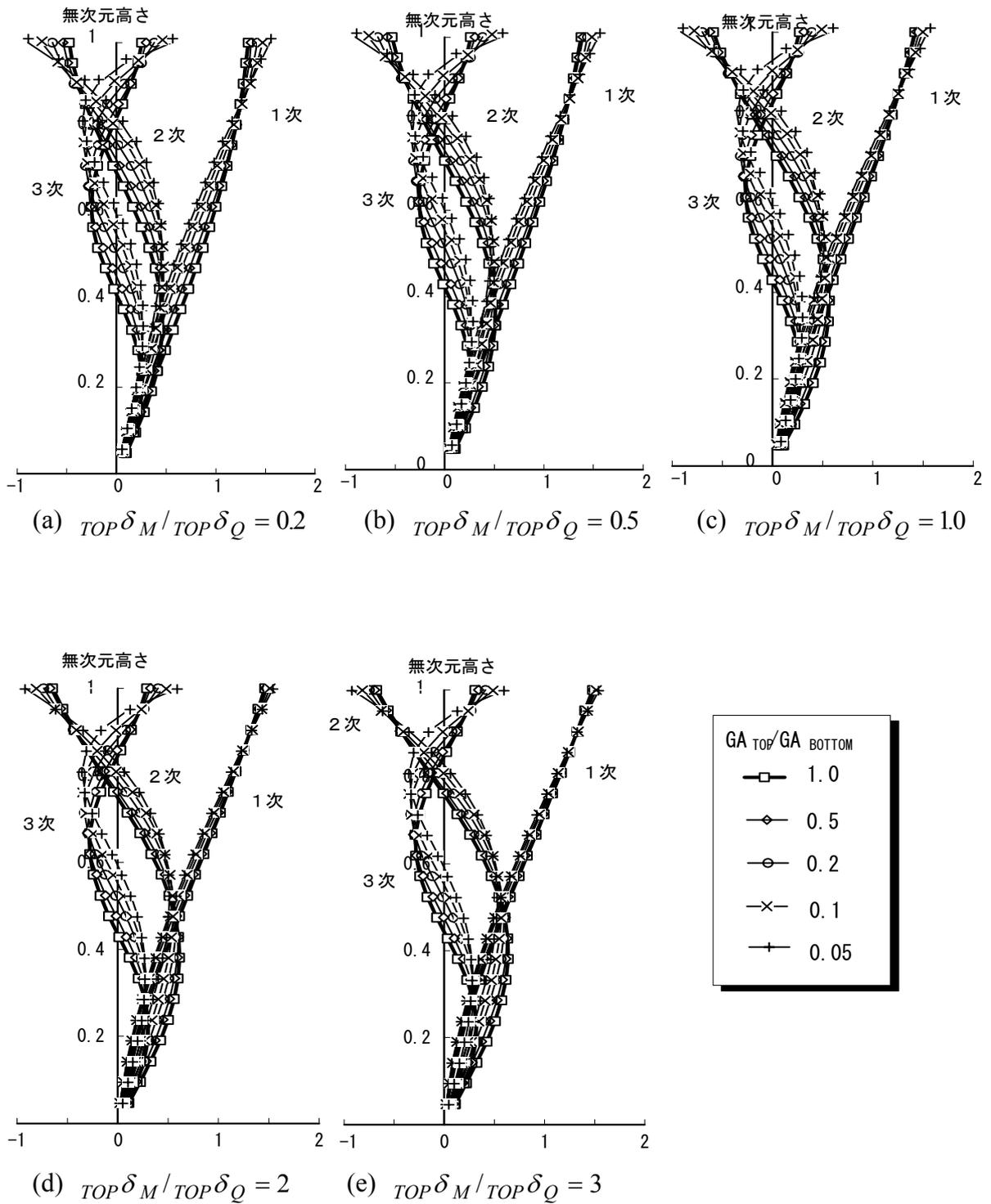
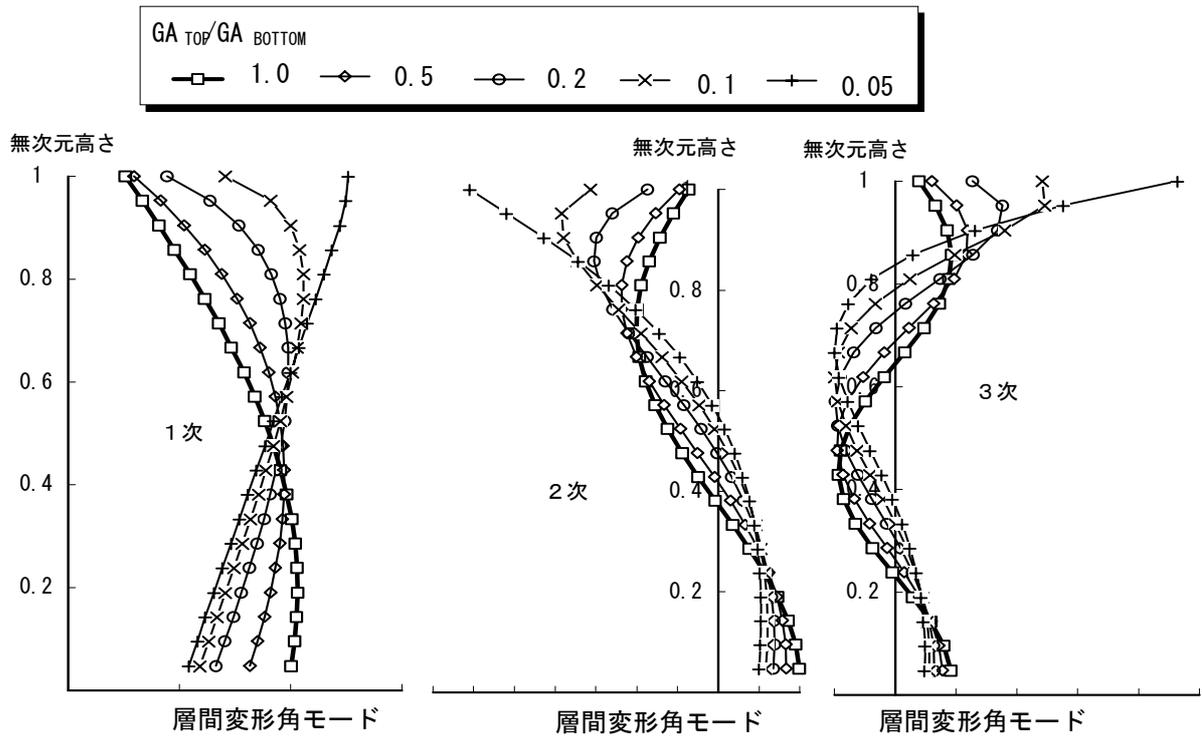
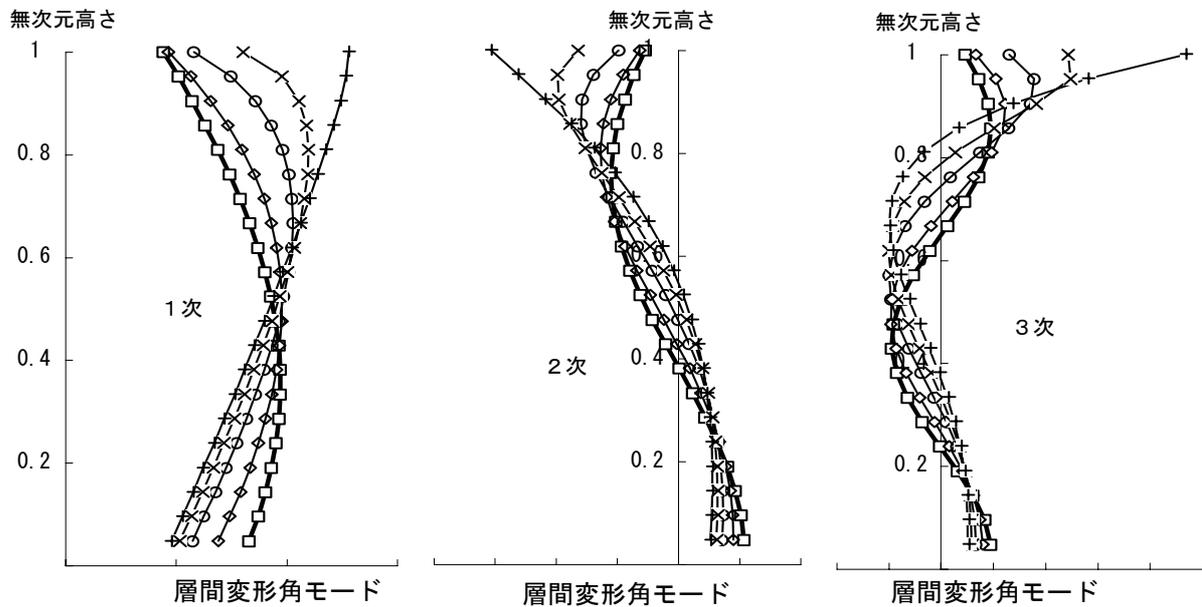


図-D.3 剛性低下による固有モードの変化



(a) $TOP\delta_M / TOP\delta_Q = 0.2$



(b) $TOP\delta_M / TOP\delta_Q = 0.5$

図-D.4 剛性低下による固有層間変形角モードの変化 (1)

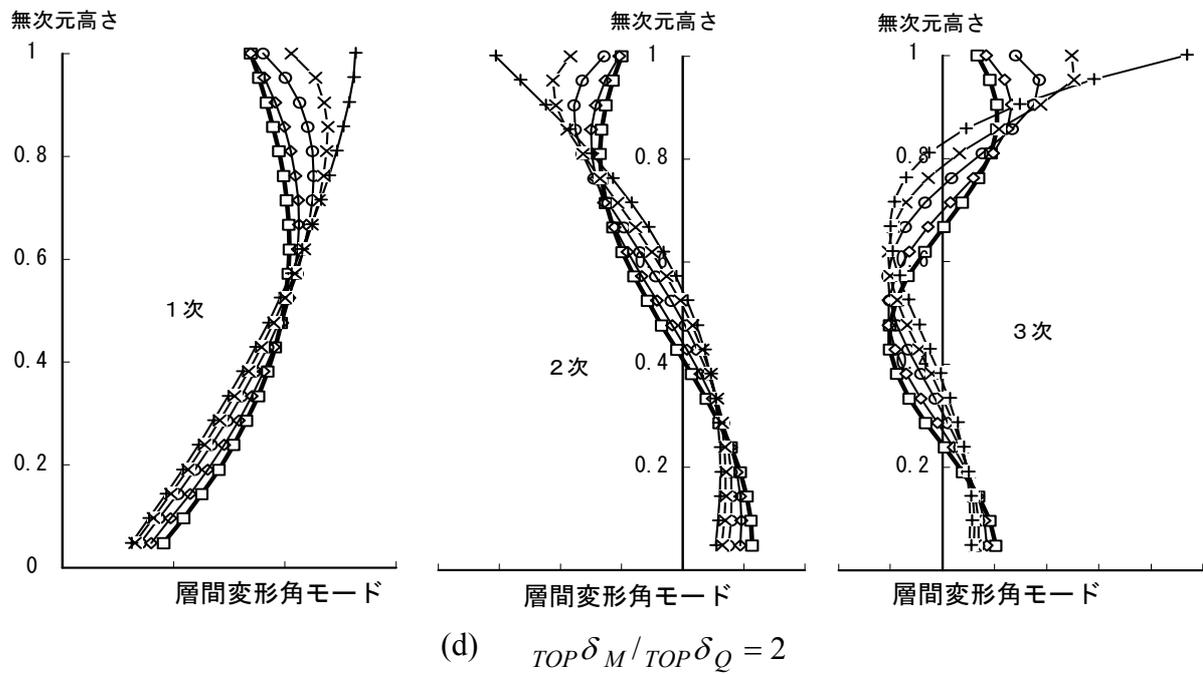
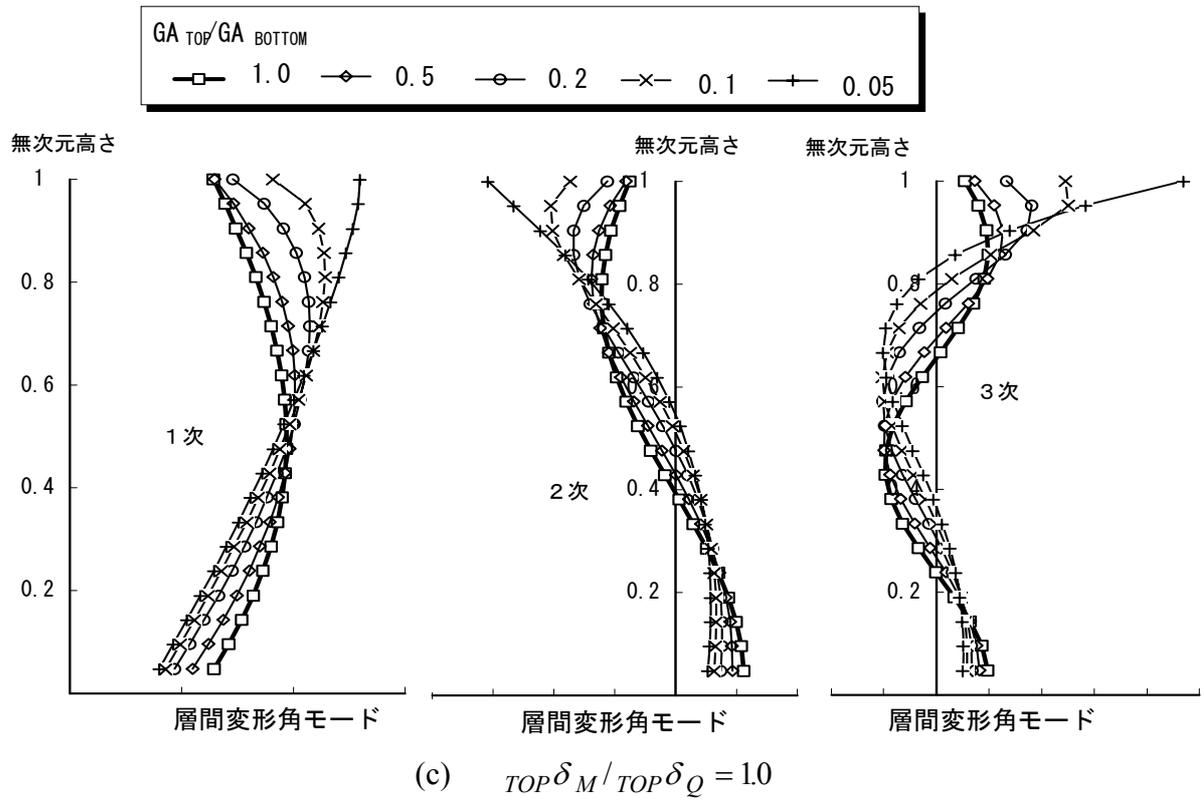


図-D.4 剛性低下による固有層間変形角モードの変化 (2)

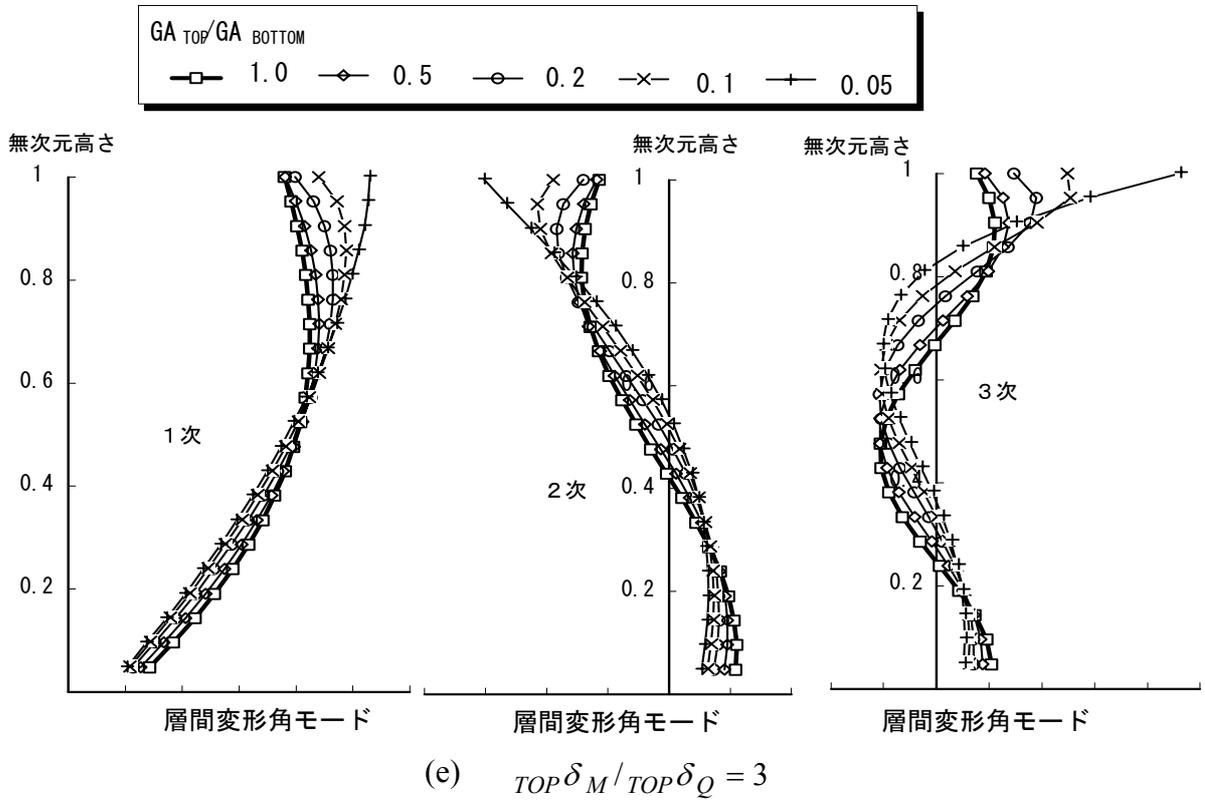


図-D.4 剛性低下による固有層間変形角モードの変化 (3)

図-D.1	変形成分と固有モード.....	233
図-D.2	変形成分と層間変形角固有モード.....	233
図-D.3	剛性低下による固有モードの変化.....	234
図-D.4	剛性低下による固有層間変形角モードの変化（1）.....	235
図-D.4	剛性低下による固有層間変形角モードの変化（2）.....	236
図-D.4	剛性低下による固有層間変形角モードの変化（3）.....	237