

土木構造物の分割施工導入に関する基礎的考察

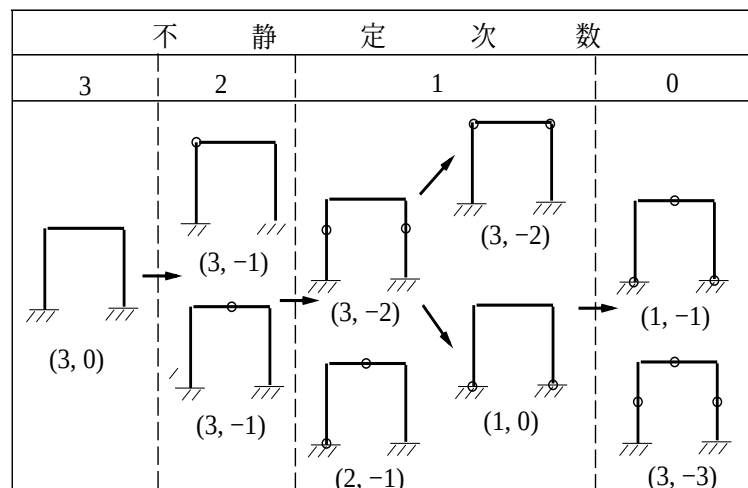
応用地質（株） フェロー 佐藤 寛
京都大学工学研究科 フェロー 田村 武

1. はじめに

土木構造物はできるだけ自然を壊さず、自然の中に自然を改善し克服して社会経済活動に新たな利便性を創造するために建設される。しかし、建設途上において厳しい自然条件に曝されることから、現場工期を短縮し構造物の品質を確保する施工技術を高めることは現場生産される土木構造物に課せられた古くて新しい課題である。施工技術とは設計された寸法どおりに所定の位置に正しく構築することであり、現場の自然条件を克服して構造物の品質を確保することである。前者は自然条件に能動的に対応できる側面であり、後者は受身的な対処を強いられる側面である。品質を確保する最も確実な手法のひとつは現場において築造しなければならない部分と、別途製造できる部分に分割し、ヤードや工場において製作することである。このような視点から、本研究は一体として構築する構造を分割し組み立てるとき、どのような分割が可能となるのか構造上の分割条件を考察したものである。

2. 分割のモデル

一体的に構築している構造物を分割することは、構造的には不静定次数を下げる行為をとることを意味している。ここでは基礎的な考察として、高さ、幅とも l で、一辺が $0.1l$ の正方形断面を有する一様な剛性の門型ラーメン (両脚固定) を対象とする。図-1 は分割の方法と門型ラーメンの不静定次数の変化を示す。この場合、連続した構造物を分割することは、内的不静定次数を増加させ、構造の内的な安定性を減少させる行為でもあるが、内的不静定次数は部材中を自由に移動しうるヒンジの数を示しているといえる。分割して部材として取り外せることを前提に、二つのヒンジが左右の柱の同じ高さにある場合を検討対象とした。分割の方法としては桁直下にあたる柱の上部、中央部および基礎直上にあたる下部の三箇所を選定して、代表的な荷重条件のもとで発生する諸量の分布がどのように変動するかを検討した。荷重としては上部横桁の中央に鉛直荷重 $2P$ 、柱上端部に水平力 P が同時に作用する場合を選んだ。



注: (,) 内の数字はそれぞれ外的、内的不静定次数を示す。

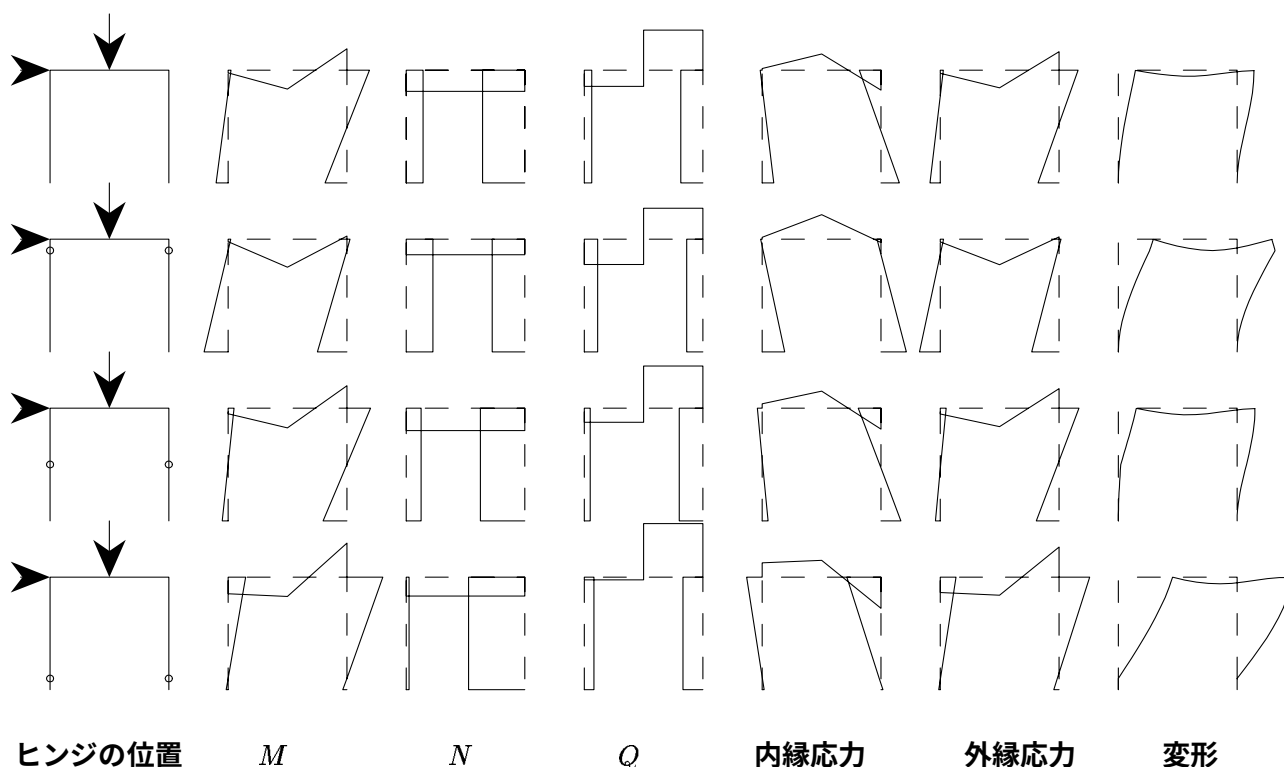
図-1 分割方法と不静定次数の変化

3. 応力分布の変化に対する考察

図－2にはヒンジの位置(高さ)を変えることによる部材力(曲げモーメント M 、軸力 N 、せん断力 Q)と内、外縁の応力および変形量の違いを示す。なお、最上段は切断を考える前の原型であるヒンジがない門型ラーメンの場合を示しているが、これによる結果を基準値として他の図を描いた。結果を見れば、柱の中央部において分割した場合、各諸量は分割前とほとんど変化がないことを示している。分割点を柱の上部にもっていくと、横桁に作用するせん断力や軸力の分布状況はやや均等に配分される効果はあるものの、構造上部の水平変位はヒンジによる回転の影響を受けて大きくなっている。また逆に、分割点を柱の下部にもっていくとも、横桁のせん断力と柱部の軸力が増大するほか、構造上部の水平変位はヒンジがない場合の3倍程度に大きくなっていく。これら諸量の変化する状況から見て、柱の中央部、すなわち分割前のモーメントがゼロとなる付近において分割を行うことが、分割前の諸量の分布状態からの変化が少なく、分割によるヒンジの影響を最小限に止めることができる。

4. まとめ

本研究においては、脚部固定の門型ラーメン構造を対象として、構造物の分割に伴う構造解析に求められる諸量の変動の状況を計算によって検証を試みた。分割する位置を考慮すれば外力を受け止める構造上の効率の損失は最小限に押さえられることがわかった。構造物の分割施工を工夫することにより製作途上の品質管理をより行き届いたものにして、自然条件に曝される土木構造物の弱点を克服できるほか、高所作業に起因する安全上の問題を解決することに貢献できる。また、別途製作することができる手順により、工程の短縮を図ることが可能となり、建設費用の削減が期待できる。このような利点を確実にしていくために、分割製作した部材を一体にする結合技術の研究開発を進めるとともに、門型ラーメンの分割に関する基礎的な考察を出発点として、構造物を分割し部材化を図る手法を進展させるべく基礎的な研究を続ける予定である。



図－2 2 ヒンジ門型ラーメンのヒンジの位置による諸量の変化