

課題名 新型スペースシャトル発射場を建築的観点からアプローチする

指導教員 増田 泰良

研究の目的

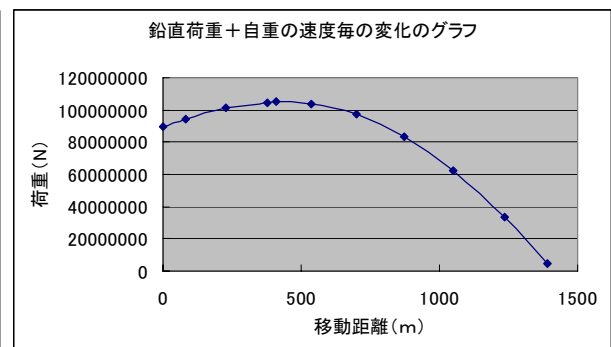
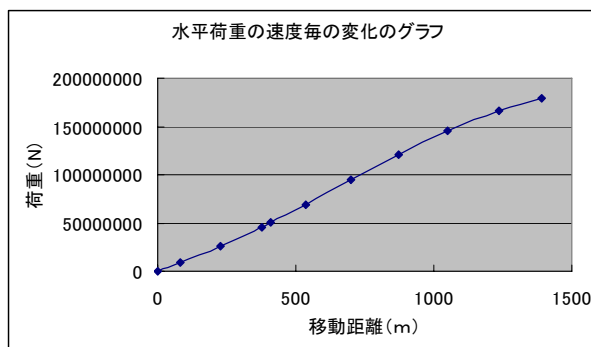
水平状態から出発して円軌道を描き、最後に垂直状態で射出するという、これまでにないスペースシャトルの発射方法を提案し、その発射場を研究対象とする。この条件を満たす新型の発射場はどのような構造物になるのかを研究し、考察することによって、その力学的な特徴を明らかにすることを目的とする。さらに、新型発射場を実現させるためにはどのような構造的な考慮や工夫をしなくてはならないのかについて学ぶ。

研究の方法

- ・運動する物体の条件（現在のスペースシャトルのスペックを採用）
 - ・初速度 0 m/s
 - ・質量 2080000 kg
 - ・全長 60m
 - ・加速度 14 m/s²
- *シャトルの打ち上げ時に使用する加速装置は加速度を自由に調節できるリニア方式を採用し、人体へのGが最小限に抑えかつ最も大きい加速度を算出して使用した。
- ・運動するスペースシャトルによる荷重と、発射場を構成するそれぞれの部材に生じる応力とを求め、それらを解析し考察することで構造体全体での力の流れの概要をつかむ。

研究内容

- ・発射場の条件と荷重
 - ・最終射出速度 277.78 m/s（時速 1000 km）
 - ・物体にかかる $G < 9.0$
 - ・構造物の高さ 894.7m
 - ・軌道コース（直線コース 1350.5m 円周コース 1404.74m 計 2755.24m）
- ・下のグラフは移動した距離毎に部材にかかる荷重を成分分けして表したものである



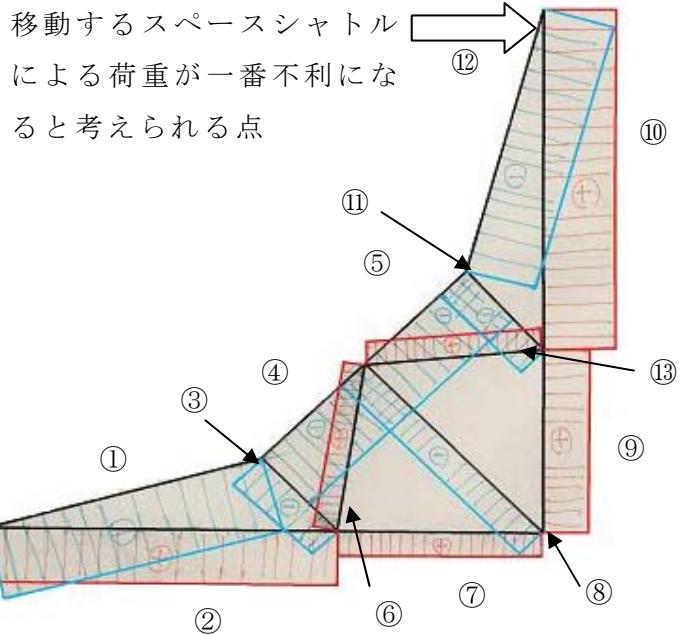
- ・採用した構造と解析

対象とする構造物は単純な形で力の関係が把握しやすく、その解析が可能なものがよい。そこで私は、今後構造を検討する際の基礎データを得るための一つの例として、似たような用途の建築物の構造も参考にして静定トラス構造を採用した。なお、トラスを構成する部材は実際には長大な単一材ではなく、細かい部材を組み合わせたものを想定している。

各部材にかかる荷重の計算結果

荷重計算結果

① +700000kN	⑧ +300000kN
② -500000kN	⑨ -400000kN
③ +340000kN	⑩ -670000kN
④ +610000kN	⑪ +340000kN
⑤ +600000kN	⑫ +680000kN
⑥ -240000kN	⑬ -230000kN
⑦ -230000kN	+
	-



トラスの解析結果と考察

応力が最大となったのは部材①の引張荷重であった。全体としては、軌道面を構成する部材（①、④、⑤、⑫）の応力値が大きいのに対し、それ以外の部材（③、⑥、⑧、⑪、⑬）は値が小さく、部材間に大きな応力差が生じることがわかった。これにより、今後構造形式を改良していくためには、軌道面の部材の強度を確保することをまず考慮しなければならないことがわかった。一方、軌道面の部材とその他の部材との間に生じた応力差については、トラスの形状などを工夫することで解消できると考えられる。

また、超超高層建築物として問題となる風や地震に対しては、既存の超超高層建築物で採用されている工法を応用することで耐えられるのではないかと考えている。

まとめ

今回の研究では新型の発射場に必要規模や形状、作用する荷重や部材に生じる応力についてなど、構造物全体の概要を把握することができた。今後の研究では、これらの結果を用いて別の形状のものも解析・比較してより合理的な形状を見つけ出すことができる。さらに、各部材に生じる応力の傾向を把握できたら、応力計算をより詳細に行って発射場の構造体の形状を決めていく。それができれば、今度は立体トラスとして風や地震などの水平荷重に耐えられる、より実現性の高い構造を研究できると考えている。

一方で、構造物としての問題以外に、スペースシャトルが射出時に受ける空気抵抗や生じる摩擦熱の影響、そしてその熱に耐える耐熱材の決定、シャトルのレールでの滑走方法と離脱方法の考察、消費エネルギーの計算、建設費や建設時間の見積もりなどの課題が残ったが、これらの課題は発射場の基本構造が確定してから検討していけばよいと考える。

参考文献

- <http://iss.jaxa.jp/shuttle/overview/launch-landing/>
- <http://www.skytree-obayashi.com/technique/detail/01/index.html>