

1. 研究の目的とその意義

21 世紀にかけて軽強度材料の開発やトラス構造などの発達により、大スパン構造物の建設数が増加傾向にある¹⁾。そのスパン長さも年数とともに増加しており、より長大な構造物に対する建設意欲が高まっている。地震動は地盤を伝播する波動現象であるため、構造物のスパン長さによっては位相差をもって地震波が伝播する可能性がある。その位相差による影響を把握するため、大スパン構造物の地震応答解析による研究が数多くなされている。大スパン構造物の地震応答解析は、シェル構造物と骨組構造物の 2 つに分類できる。前者は、地震波の位相差入力及ぼす影響について数多くの研究^{2)・3)}がなされているが、シェル理論による解析では、全体座屈・部分座屈の扱いは可能であるが、個々の部材の座屈まで扱うことは不可能である。一方、後者は、節点数・部材数が膨大となるため、連続体置換されシェル理論により解析が行われており、骨組単体として解析された研究事例は少ない。

以上を背景として、本研究では、大スパントラス構造物の位相差の影響についての基礎的な研究として、一方向に支持された二次元大スパンアーチトラス構造物を例にとり、個々の部材応答を考慮した動的応答性状について明らかにすることを目的とし、骨組単体での位相差入力による地震応答解析を行う。

2.1 解析モデル

解析モデルは、図 1 に示すようにトラスアーチモデルを用い、スパンが 60m、半開角が 35°、梁せいが 1.5m である。固定荷重としては屋根面に 1.47 kN/m²を仮定する⁴⁾。各部材の断面積を表 1、材料定数は表 2 に記載する⁵⁾。

2.2 解析に用いる入力地震波

解析には、観測された地震動とその地震動をフ

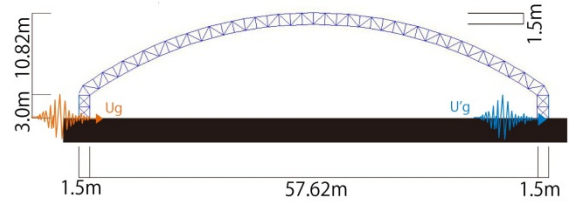


図 1：解析モデル

表 1：各部材の断面積

部分	上弦	下弦	束材	斜材
柱	0.005	0.005	0.002	0.002
アーチ	0.007	0.004	0.001	0.002

単位：m²

表 2：材料定数

ヤング係数	塑性剛性	降伏応力度
2.1×10^8	2.1×10^4	2.4×10^3

単位：kN/m²

表 3：固有振動解析

モード次数	固有振動数[Hz]
1	0.516
2	0.370
3	0.197

ーリエ変換し、位相角成分のみ変化させた時刻歴波形を用いる。また、解析に用いる地震波は 4 つあり、八戸地震 NS、Taft 地震 NS、ElCentro 1940 NS、東北地震 NS を用いた。本稿では、八戸地震と Taft 地震を用いて考察を行う。地震動の入力方向は水平方向とし、継続時間は 40.96 秒、刻み時間は 0.02 秒である。図 2、図 3 に八戸地震の加速度、フーリエ振幅スペクトルを、図 4、5 に Taft 地震の加速度、フーリエ振幅スペクトルを示す。

2.3 解析手法

地震応答解析には、Opensees(地震工学シミュレーション)を用いて、固有値解析と時刻歴応答

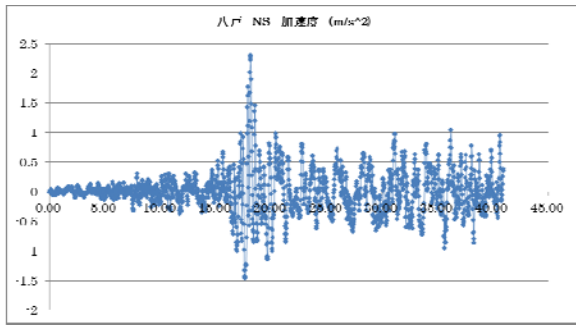


図 2 : 八戸地震 原波形

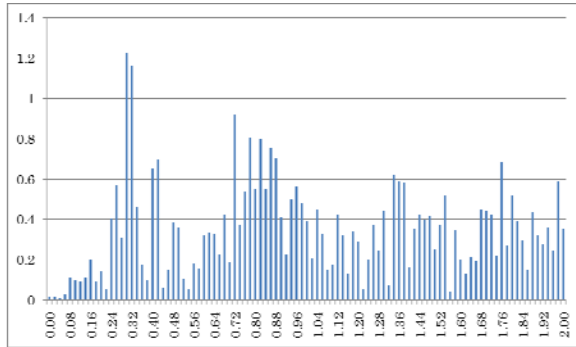


図 3 : 八戸地震 フーリエ振幅スペクトル

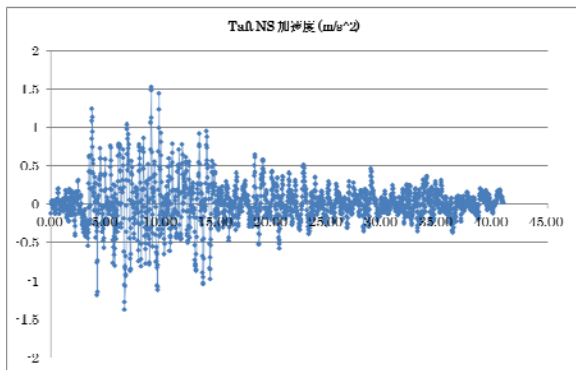


図 4 : Taft 地震 原波形

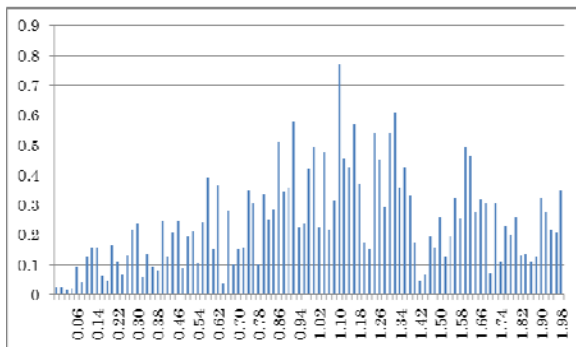


図 5 : Taft 地震 フーリエ振幅スペクトル

解析を行う。

3.解析結果

表 4,5 に八戸地震と Taft 地震の最大応答変位を絶対値で示す。位相差がある場合とない場合で

表 4 : 八戸地震 変位応答比較

変位[m]	X 方向	Y 方向
位相差あり	0.248	0.282
位相差なし	0.0132	0.0191
比率	18.9	14.8

表 5 : Taft 地震 変位応答比較

変位[m]	X 方向	Y 方向
位相差あり	0.0151	0.0228
位相差なし	0.0139	0.0210
比率	1.08	1.08

の影響について、軸力応答と変位応答で比較を行ったが、本稿では変位のみ表で表す。位相差の有無に関して、変位応答をみると Taft 地震を入力した場合は、ほぼ等倍に対し、八戸地震では顕著な差が表れた。また、各構成部材ごとの最大応答軸力を比較すると、Taft 地震ではほぼ等倍だが八戸地震では、平均約 3.8 倍の応答軸力が構成部材ごとで生じた。

これは、図 3,5 より八戸地震、Taft 地震の卓越周期がそれぞれ 2.73 秒、0.73 秒であるのに対し、モデルの固有周期が表 3 より 1.94 秒と長周期成分を多くもち、八戸地震の卓越周期の方が近い値を持つためであると考えられる。位相差の有無に関わらず、Taft 地震で応答にあまり影響がみられなかったのは低周波成分を多く持ち、モデルの固有周期と比較的離れていたからだと推察できる。よって、地震動の性質と構造物の特性の関係性を踏まえ、大スパン構造物を設計する際は位相差について考慮する必要がある。

4.参考文献

- 1) 呂振宇、川口健一、大スパン構造物の歴史に関する調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、2000.9
- 2) 加藤史郎、高島英幸、西園博美：上下地震動を受ける矩形平面状の屋根型偏平球殻の応答性状、日本建築学会構造系論文報告集、題 383 号、pp.58~68、1989.1
- 3) 近藤一平、田中弥称雄：Parabolic Velaroidal Shell の上下動地震応答に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.265~266、1987.8
- 4) 加藤史郎、石川浩一郎、高シシ：上下振動を考慮した大スパンアーチ構造の等価静的地震動、日本建築学会大会学術講演梗概集、2001.9
- 5) 加藤史郎、石川浩一郎、横尾義貴：大スパントラス構造物の耐震性に関する研究、日本建築学会構造系論文報告集、第 360 号、pp.64~74、1987.2
- 6) 和田章、向秀元：一方向大スパン複層円筒トラス構造物の地震応答解析、日本建築学会構造系論文報告集、第 413 号、pp.87~96、1990