

オーケストラピットをもつ劇場の音響に関する基礎的検討 パイロイト祝祭劇場を例として

A Basic Study on Acoustic of the Opera House with an Orchestra Pit Taking the Bayreuther Festspiel as an Example

○大山口真広¹, 橋本修²

*Mahiro Oyamaguchi¹, Osamu Hashimoto²

At the opera house, singers on stage and musicians in the orchestra pit perform together. It is expected that the difference in pit types influence audience on acoustic impression in auditorium. The Bayreuther Festspiel is an example of such an orchestra pit that significantly reduces the loudness of the orchestra. In this study, a subjective evaluation experiment was conducted by changing the shapes of the canopy, stage floor, and step floor of the orchestra pit. As a result, we found that subjective evaluation such as "loudness" were different depending on pit type. In addition, it actively works on the balance between singers and orchestras.

1. はじめに

生楽器伴奏によるオペラ等の上演時においてオーケストラピットからの演奏音は歌手のための音楽伴奏になるとともに、ホール音響の特徴に関わる要因であると考えられるが、音響工学的に分析された例は少ない。本稿では、オーケストラピットの形状が特徴的なパイロイト祝祭劇場を例として、ピット内からの音楽演奏音の音響放射の特徴に着目し、舞台上の歌手とのバランス性評価及び客席内の音場評価に与える影響について主観的な検討を行った。

2. 主観評価実験

実験条件は、無響室内に Fig.1 に示すように、スピーカ 6 台を用いた 6ch の音場再生システムで、既報^[1]^[2]を参考に作成した評価項目(Table1, Table2)について 7 段階(-3~+3)で、被験者(20 代の男女計 13 名)に評価してもらった。再生楽音には G. Verdi 作曲「Il trovatore」第 1 幕より「Di tale amor, che dirsi」の末尾約 45 秒間の音源を使用した。Table1 の評価項目に対しては歌とオーケストラの音源を、Table2 の評価項目に対してはオーケストラ音源のみを再生した。インパルス応答を解析する際の評価位置は、Fig.2 に示すようにオーケストラピットの端(0m)から 8m の位置の客席内とし、歌手の音源位置は 0m の点から 13m の舞台上に設定した。オーケストラ音源は Fig.3 に示す単音源とオーケストラ配置を想定した多音源(音源数 51)の 2 通りである。インパルス応答の解析にはシミュレーションソフト(CATT-Acoustic)を使用した。Table3 に示す演奏音の無響音源に対して、単音源の場合は無指向性音源にて解析したインパルス応答、多音源の場合は弦楽器パートに相当する位置に無指向音源、木管及び金管楽器に相

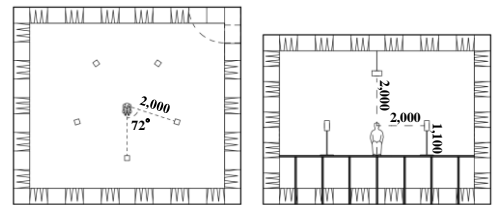


Figure 1. Measurement position

Table 1. Subjective evaluation of balance

| 楽曲中の p 部分 | | 楽曲中の f 部分 | | 総合評価 | |
|-----------|--------|-----------|--------|---------------|------|
| 音量 | 響き | 音量 | 響き | バランス性 | 好ましさ |
| 歌 | オーケストラ | 歌 | オーケストラ | (+: 歌, -: オケ) | |

Table 2. Subjective evaluation of the orchestra

| 量的要素 | 質的要素 | 空間的要素 | 総合評価 |
|------------------------------|------------|----------------|------|
| 音量 響きの量 高音の音量 低音の音量 | 明瞭性 分離性 | 距離感 音の立ち上がり | 好ましさ |

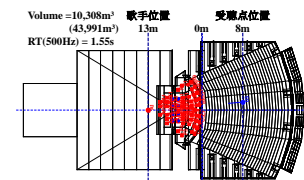


Figure 2. points of calculation



Figure 3. Layout of orchestra

Table 3. Musical instrument organization

| 楽器 | 楽器名 | 人数 |
|----|--------------|----|
| 金管 | trb トロンボーン | 3 |
| | hr ホルン | 4 |
| | trp トランペット | 2 |
| 木管 | cl クラリネット | 2 |
| | bsn ファゴット | 2 |
| | fl フルート | 2 |
| | ob オーボエ | 2 |
| 弦 | cb コントラバス | 4 |
| | vc チェロ | 6 |
| | vla ヴィオラ | 6 |
| | v12 第二ヴァイオリン | 8 |
| | v11 第一ヴァイオリン | 10 |

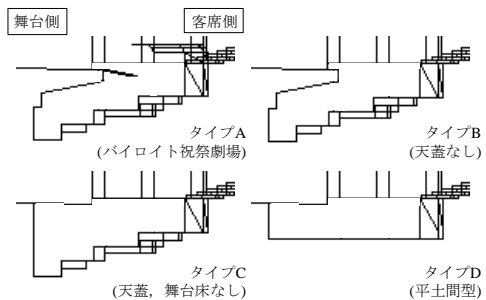


Figure 4. pit types

1 : 日大理工・院 (前)・建築, 2 : 日大理工・教員・建築

当する位置に指向性音源を配置して解析したインパルス応答を畳み込んだ。検討したピットタイプは Fig.4 に示す 4 タイプで劇場の舞台及び客席空間は全て同様の条件とし、オーケストラピットの形状は原型(タイプ A)の他、上部への音の放射条件を変化させたものである。

Table1(歌とオケ)の条件での主観評価結果の平均値をまとめたものを Fig.5 及び Fig.6 に示す。Fig.5 より、歌(音量, 響き)の評価値の変化が小さいことから、ピットタイプの違いによる客席内の歌唱聴取に対する寄与は少ないことがわかる。ここで、タイプ A 及び B の評価値がわずかに高いのは、歌手前方の舞台床からの反射音が多く得られるからだと考えられる。次に、オーケストラの評価値(音量, 響き)は、総じてタイプ A < B ≒ C < D という関係性がみられる。これは、タイプ A を基準としてピットの開口率が大きくなり演奏音の放射が増していることが原因であると考えられる。一方、タイプ B ≒ C の結果より、ピットの蓋部分に関しては舞台側の形状変化による客席内の演奏音聴取に対する寄与は少ないと考えられる。また、楽曲中の *f* 部分における音量の評価値に着目すると、タイプ D のみオーケストラが歌を上回っており、ピット内の段床の有無が大きく影響していると考えられる。また、Fig.6 よりピットタイプによってオーケストラ演奏音の放射特性が変化し、客席内の歌とオーケストラのバランス性に影響を与えることが示された。

Table2(オケのみ)の条件での主観評価結果の平均値をまとめたものを Fig.7 に示す。単音源の結果に着目するとタイプ D のみ評価値が高く、段床がないため評価位置に直接音が届くことが原因だと考えられる。単音源の場合、音源情報が限定されてしまうため設定位置によって主観評価が異なることが示唆される。よって、楽器配置が考慮されている多音源での検討の方が適当であると考えられる。Fig.7 の多音源の結果より、開口率が大きいピットタイプになるほど放射が増し、各評価項目に対する評価値が高くなる傾向がみられる。一方、「低音の音量」「明瞭性」「分離性」に関しては異なる傾向であることがわかる。「低音の音量」及び「分離性」の評価値の差が小さいのは、低音の回折減衰が小さいことが原因で、ピットからの放射特性の変化による影響が少ないことが考えられる。「明瞭性」についてはタイプ D のみ評価値が高いことから、ピット内の段床が無い平土間型の方が評価位置に届く直接音が多く明瞭に聴こえたと考えられる。以上より、ピット内からの放射特性は、歌とのバランス性だけでなくオーケストラの音場評価にも影響を与えると考えられる。

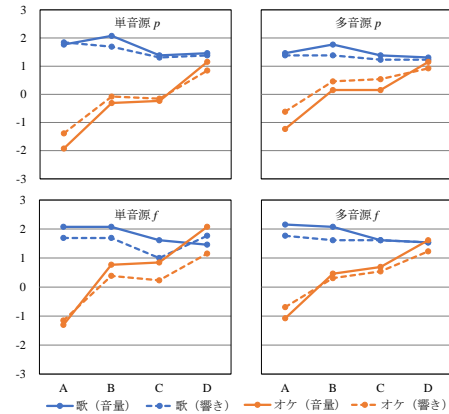


Figure 5. Result of subjective evaluation of balance (1)

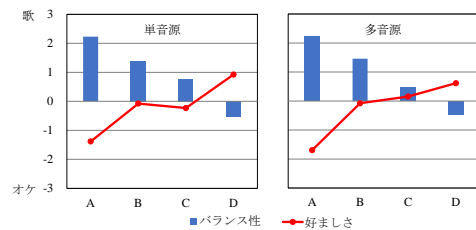


Figure 6. Result of subjective evaluation of balance (2)

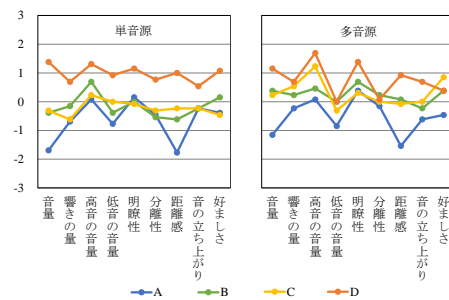


Figure 7. Result of subjective evaluation of the orchestra

3. まとめ

主観評価結果より、オーケストラピットにおける天蓋、舞台床及び段床の形状変化によって、ピット内からの演奏音の放射特性が変化し、「音量」をはじめとする客席内の音場評価が異なることが示された。さらに、演奏音の放射特性が、歌とオーケストラのバランス性評価にも影響を与えていることが確認できた。また、音源の再生方法に関しては、楽器配置が考慮されている多音源の方が適当であることが示唆された。

一方、ピットタイプによって演奏形態や音源のパワーレベル(PWL)が異なることが考えられるが、本実験では平土間型オーケストラピットでの演奏時を想定して PWL を設定したため、パイロイト祝祭劇場で実演上の主観評価については別途検討が必要であると考えられる。

4. 参考文献

- [1] Martijn Vercammen, Margriet Lautenbach : 「Stage and pit acoustics in opera houses」, International Symposium on Musical and Room Acoustics, 2016.
- [2] 関口克明:「室内音響特性の評価」, 日本音響学会誌, Vol.38, No.11, pp.694-698, 1982.