

ミキシング コンソール ガ スタジオ ノ オンキョウ  
トクセイ ニ アタエル エイキョウ

中原, 雅考

<https://doi.org/10.15017/458907>

---

出版情報 : Kyushu University, 2004, 博士 (芸術工学) , 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :



## 第9章 総括

### Chapter 9. Concluding remarks

本論文では、ミキシングルームの音響特性に与えるミキシングコンソールの影響に関して検証を行った。特性への影響に関しては、リスニングポイントにおける100Hz近傍のディップに着目し、境界要素法による数値解析、等価回路モデルによる検証、模型実験、実際のスタジオでの測定等を行い、その発生メカニズム及び改善手法に関して考察した。

本章では、本論文で検証された以下の事項を総括する。

- 1) ディップ発生のメカニズム
- 2) ディップの改善手法
- 3) 今後の課題

## 9-1. ディップ発生のメカニズム

### Generating mechanism of the dip

ミキシングコンソールが存在する音場に対して、音源から受信点への寄与を以下の3種類の成分  $H_d(f)$ ,  $H_1(f)$ ,  $H_2(f)$  に分類することで、リスニングポイントにおける 100Hz 近傍のディップ現象を把握することが可能である (Fig. 9-1-b)。

- $H_d(f)$       直接音
- $H_1(f)$       実音源からの寄与のうち直接音以外の成分  
⇒ 主に、ミキシングコンソールの表面による高域反射音。
- $H_2(f)$       床に対する虚音源からの寄与  
⇒ ミキシングコンソールの影響により低域濾波された床からの反射音。

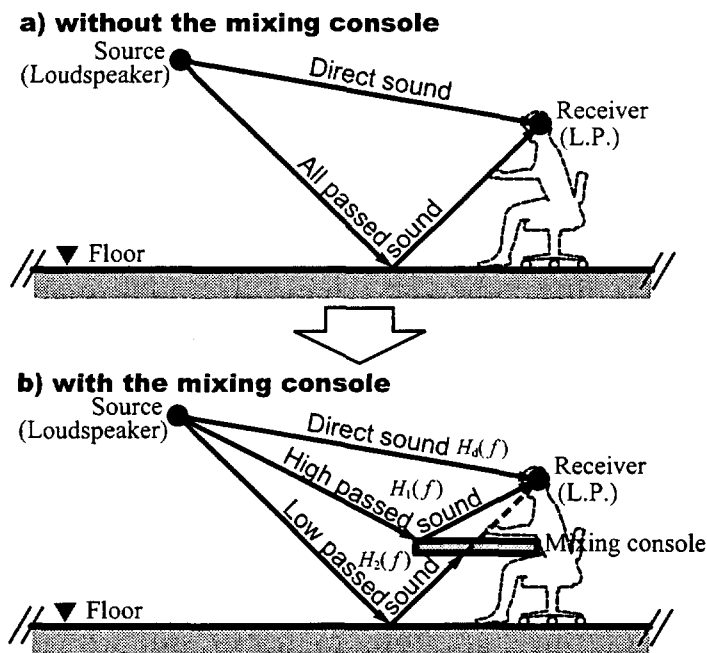


Fig. 9-1 The image illustrating of the contributions from the source to the listening position. a) mixing console is not inserted. b) mixing console is inserted.

以下、 $H_d(f)$ 、 $H_1(f)$ 、 $H_2(f)$  の検証により把握された事項に関してまとめる。

- 1) 100Hz 近傍のディップの特性は、「直接音  $H_d(f)$ 」, 「ミキシングコンソール表面による高域反射音  $H_1(f)$ 」, 「床からの低域反射音  $H_2(f)$ 」の3つの音の干渉により形成されている。
- 2) ミキシングコンソールは、音場に対し、クロスオーバーフィルタ的な振る舞いをする。
  - ・ ミキシングコンソール表面より高い方向からの入射波に対しては、ミキシングコンソールは、ハイパスフィルタ的な振る舞いをする、 $H_1(f)$ 。
  - ・ ミキシングコンソール表面より低い方向からの入射波に対しては、ミキシングコンソールは、ローパスフィルタ的な振る舞いをする、 $H_2(f)$ 。
- 3) 実音源と虚音源との距離差により、ミキシングコンソールのクロスオーバーフィル特性に歪みが生じ、その結果が100Hz近傍に生じるディップの特徴として反映されている。
- 4) ミキシングコンソールの虚像が与える特性への影響は小さい。

## 9-2. ディップの改善手法

### Improving method for the dip

100Hz 近傍のディップの特性は、「直接音  $H_d(f)$ 」, 「ミキシングコンソール表面による高域反射音  $H_1(f)$ 」, 「床からの低域反射音  $H_2(f)$ 」の3つの音の干渉により形成されているが、その発生源は、「直接音  $H_d(f)$ 」と「床からの低域反射音  $H_2(f)$ 」による干渉である。従って、床からの低域反射音  $H_2(f)$  を軽減することで、100Hz 近傍のディップの改善を図ることができる。 $H_2(f)$  には、反射面である床と低域濾波に寄与するミキシングコンソールの存在がその形成に寄与していることから、それぞれの影響の軽減が  $H_2(f)$  の軽減に繋がる。以下、床もしくはミキシングコンソールに対する音響処置によるディップの改善効果に関してまとめる。

#### 1) 床面の吸音

音源位置からミキシングコンソールの先端までの床を吸音した場合、吸音率 0.5 以上で約 5dB 以上の音圧レベルの回復がディップ周波数において確認できた。但し、吸音率が 1.0 となるような過度の吸音は、ディップの様子だけではなく特性全体を大きく変化させてしまうため、床面の吸音に関しては注意が必要となる。

#### 2) ミキシングコンソールの吸音

ミキシングコンソールの吸音部位に関しては、床からの反射波に対する入射面となる底面への吸音処置が、最も効果的であることが分かった。Type A のミキシングコンソール形状の場合、底面を吸音率 0.5 以上で吸音することにより、約 3dB 以上の音圧レベルの回復がディップ周波数において確認できた。また、ミキシングコンソール底面の音響処置は低域に限定して作用することから、吸音率が 1 となるような過度の吸音もしくは音圧反射率が -1 となるようなソフトな音響境界による処置に関しても、ディップ帯域以外の特性を大きく損ねることなく、適切なディップの改善が可能であることが検証された。

#### 3) 音響管を用いたソフトな音響境界

ディップの発生する 100Hz 近傍に対してのみ有効なソフトな音響境界が、ディップ改善に対しては効果的である。そのような音響境界を音響管により実現した場合、低域特性の改善効果は得られるが、同時に 50Hz 近傍に新たなディップが発生することが分かった。新たに発生する 50Hz 近傍のディップに関しては、音響管の設置条件を工夫することでその軽減が期待できる。

#### 4) 実環境への適用例

実環境への適用例として、4 種類の管長により構成される音響管をミキシングコンソールの下部に適用することを試みた。その結果、1/3 オクターブバンドレベルにおいて約 7dB の改善効果が図られ、位相特性に関しても改善されていることが確認できた。

### 9-3. 今後の課題

#### Further subjects

以下に、今後の課題を列挙する。

#### 1) 等価回路モデルと音場パラメータとの関係

1 自由度振動系により表現される2次のハイパスフィルタ及びローパスフィルタを用いて、ミキシングコンソールを有する音場の等価回路表現が可能であることが示された。従って、解析音場は、イナータンス、音響キャパシタンス、音響抵抗をパラメータとしたヘルムホルツ共鳴型の音場として解釈できると思われる。今後の課題として、音源位置、受音点位置、ミキシングコンソールの寸法等音場を形成するパラメータとイナータンス等音響素子との対応を検証することにより、音響質量、音響バネ、音響抵抗としての音場の機能の解釈が可能と思われる。それにより、様々な条件における特性のシミュレーション及びミキシングコンソールの振る舞いに対する推測に等価回路モデルが応用できると考えられる。

#### 2) 音響管スタンドの改良

ミキシングコンソール下部の音響処理として、制御対象周波数である100Hzの1/4波長より短い管長の音響管を用いた場合においても、100Hz近傍のディップの改善に有用であることが示された。但し、音響管を用いた改善手法は、そのデメリットとして50Hz近傍に新たなディップが発生する。本論文では、実環境を想定し、数種類の管長の音響管を配置することで、実用範囲における改善手法の可能性を示唆したが、今後の課題として、更に様々な管長の組み合わせを検証し、最も改善効果の高い音響管の組み合わせを検証する必要があると思われる。

#### 3) 室境界による影響

ミキシングルームの音響設計は、床を除く室境界(壁、天井等)による影響を極力軽減させることを目標として行われるが、現状では多くのミキシングルームにおいて室境界の影響は無視できない状況である。室境界の影響が無視できないミキシングルームにおいてもミキシングコンソールによるモニタ特性への影響は100Hz近傍の帯域において確認されているが、その様相は床のみを室境界として仮定した場合に比べ複雑である。そのような特性を正確に表現するためには、2次元ではなく3次元解析の必要があると思われる。ミキシングコンソールによる影響と室境界による影響との関係に関して今後検証を行うためにも、3次元の室境界の影響を効率良く解析するための手法の検討が必要になるとと思われる。