

平成24年度 生産実習成果報告書

実習生 建築工学科 3年 04148 武石佳子

実習先名称 株式会社永田音響設計

実習期間 平成24年9月3日(金)～9月14日(金)[10日間]

1. 実習の目的及びテーマ

もともと建築音響に関してとても興味があり、建築環境工学Aの授業で音について学び、もっと音について詳しく学びたくなった。そこで数々の有名なホール（サントリーホール、すみだトリフォニー、東京文化会館、東京芸術劇場など）の音響設計をしている株式会社永田音響設計の所に行くことにした。そこで普段授業では学べない音響設計についてどの様に仕事をしているのか、普通の住宅の設計と何が違うかなど以前から気になっていたことを聞いたり、実際に見て学んだりした。

2. 実習内容

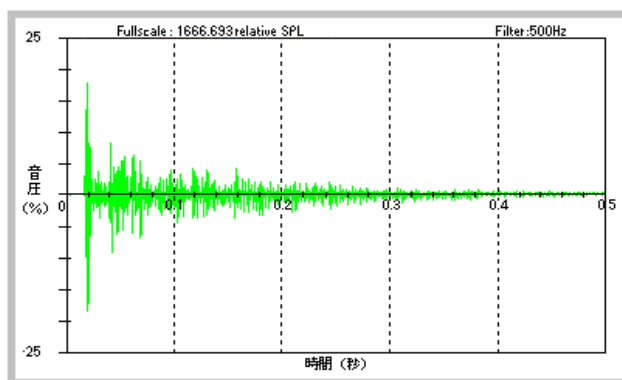
2-1 測定結果の整理

実際に現場に行ってエコータイムパターンの測定を行い、その結果を波形化しまとめることで音響に不具合がないかどうか調べる作業を行った。エコータイムパターンとは室内で短音を発生させた時にある受音点での音圧波形を記録するものであり、これにより舞台上で発生した音の客席での反射音の到来状況（反射音の強さや密度、遅れ時間、有害なエコーの有無など）を観測することができるものだ。有害なエコー障害（音を聴く上で不快に感じてしまうこと）になるような波形もこの観測によって発見でき、どのような音が響くかも予測することができる。この測定により、客席のどこの音が一番いい音が聴こえるのかも予測ができる。

その工程の中で私は測定データを winMLS で読み込み、125Hz と 2000Hz の時の記録をグラフ化させる。そのグラフをワードに張り付け、まとめる作業を行った。今後の設計の資料として使うためだ。

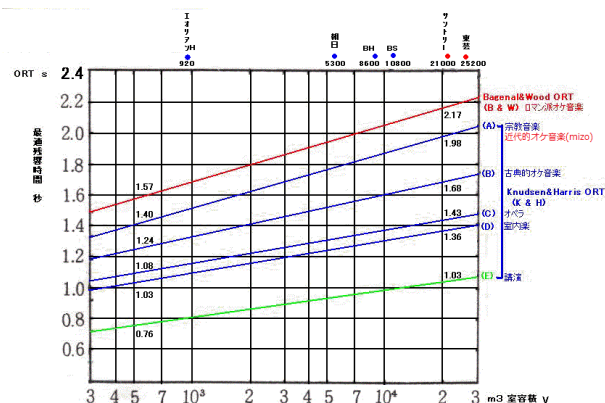
2-2 残響時間計算

残響時間とは、響きの長さ・量を表す指標であり、音源停止後、定常状態のエネルギーが100万分の1になるまでの時間、60dB減衰するまでの時間をいう。残響時間の最適値は室の



エコータイムパターン時間波形

使用目的や規模によって異なる。しかしどの値も右上がりになっており、室容積が大きいほど残響時間は長めが良いとされている。



残響時間は室容積に比例し、表面積と吸音力に反比例する。初期反射音・直接音・残響音この3つのバランスが大切でこれらが良いと心地良い響きとなる。そして残響時間をもとめる上で必要になってくるのが室表面積と室容積（材料ごとに表面積はもとめる）、各材料の吸

音率で、これらを調べた上で下記の式を使い求める。

●Sabineの残響式●

$$T=K \cdot V/A$$

●Eyringの残響式●

$$T=K V / \{-Slope(1-\alpha)\}$$

●Eyring-Knudsenの残響式●

$$T=KV/\{-Slope(1-\alpha)+4mv\}$$

※ T ; 残響時間 (sec) V ; 室容積 (m×m×m)

S ; 室表面積 (m×m) A ; 吸音力 (m×m)

α ; 平均吸音率 $\alpha=A/S$

$K=55.3/c$ 、温度 20°C の時 $K=0.161$

m ; 空気吸収による減衰率

私はこの Eyring-Knudsen の残響式を使って様々な建物の残響時間を最初は手計算で、その後は専用のテンプレートを使って計算した。

3. 実習の成果

3-1 測定結果の整理

今まで使ったことのない winMLS というソフトを使って数値をグラフに読み込む。最初はそれぞれの波形がどのような意味を持っているのか全く分からず、事務所の方に教えていただきながらどの波形が音の響きが良く聴こえるのか、又は悪く聴こえるのかを学んだ。また、音を聴く上で障害となってしまうエコーを実際に聴いてみると思っていた以上に響き、聴きとりづらくて驚いた。このままではホールで音を楽しむどころか、逆に不快に感じた。

3-2 残響時間計算

初めて残響時間の計算に取り組み、公式自体は難しいものではないが、材料ごとに表面積をもとめるのにとても苦労し時間がかかった。ホールに面しているすべての面が残響式の対象となり、そのすべての面を図面(平面図、断面図)から読み取るのがとても苦労した。この計算結果を踏まえ、最適な残響時間にするにはどのような材料(ガラス・コンクリート・ガラスウールなど)を使うべきか検討する。この計算を建物ひとつひとつにしていくのはとても大変

な作業だが、同時にこの作業があるからこそホールの美しい響きが生まれると考える。

4. 感想

今回私は以前から興味があった音響設計事務所にインターンに行ってみて、自分の建築自体に対する勉強不足はもちろんのこと、音の分野に関する知識も乏しく、勉強不足であることをとても実感した。建築環境工学Aの授業で音に関して少し学んだ気がしていたが、実際使う上ではさらに深い所まで学んでいかなければならない。しかし同時にもっと学びたい、たくさん学んで将来この様な仕事に就きたいと今まで以上に思った。

また、この事務所は数多くの有名なホールの音響設計をやっているところでの経験談や他のホールの話、建物の話を事務所の方々から聞いて音響分野だけではなく建築全体をもう一度最初から見直したいと思った。

謝辞

打ち合わせ、測定など大変忙しいのにも関わらず、何もわからないに私に笑顔で1から丁寧に仕事を教えていただき本当にありがとうございました。どの仕事もとてもやりがいのある事ばかりでした。また、食事や休憩の時はおもしろい話、ためになる話や私自身の相談にのってくださりとても感謝しています。

今回永田音響設計さんにインターンに行ってお仕事させて頂いて今までただ単に興味をもっていただけのものが、さらに学びたいという意思が変わりました。10日間という短い期間ですがとても濃い充実した時間となりました。またこの様な素晴らしい経験ができるよう、まずは自分自身で出来ることをきちんとやり前回より仕事ができる状態で臨めるようにしたいと思います。この様な機会をあたえてくださり、本当にありがとうございました。

参考文献

- ・音響技術 No. 122/Jun. 2003
- ・エコータイムパターンの観測 永田音響設計