

粘滞阻尼器阻尼系数的差异影响

徐珂/要去景迈山看《陆犯焉识》

20210305

最近在做粘滞阻尼器的分析，以前也做过减隔震项目，其中减震、隔震部分委托他人去做，自己坐享其成，结果是设计原理懂的，具体分析则云里雾里。考虑到还是要做很多感兴趣的项目，就着设计方案自己深入分析一下，做着做着就会发现一些自己没注意到的地方，比如粘滞阻尼器出力计算公式是：

$$F = Cv^\alpha$$

式中： F-阻尼器的阻尼力；

C-阻尼系数；

V-相对速度；

α -速度指数；

其中阻尼系数的单位是[kN /($m*s^{-1}$) $^\alpha$]或[kN /($mm*s^{-1}$) $^\alpha$]两种。以前项目中，我没注意到这个单位是怎么写的，自己做分析时只是根据软件设定的单位使用，用的是[kN /($m*s^{-1}$) $^\alpha$]，自己也没琢磨如果用[kN /($mm*s^{-1}$) $^\alpha$]有啥区别，如果这样一直下去也没啥，人傻贵在无知！

边分析边看一些文章参考书，总觉得哪有点不对头，后来发现是这两个单位引起的认知差别，两者因速度指数参与，相同指标下数字表达差异很大，两者关系如下：

$$[\text{kN} / (\text{m} * \text{s}^{-1})^\alpha] = [\text{kN} / (1000 \text{mm} * \text{s}^{-1})^\alpha]$$

如果左边的数值是 100，速度指数是 0.2，则右边的数值为 $100 / [(1000)^{0.2}] = 25.11$ ，即

$$100 [\text{kN} / (\text{m}^* \text{s}^{-1})^{0.2}] = 25.11 [\text{kN}^* / (\text{mm}^* \text{s}^{-1})^{0.2}]$$

如果左边的数值是 100，速度指数是 0.5，则右边的数值为 $100 / [(1000)^{0.5}] = 3.16$ ，即

$$100 [\text{kN} / (\text{m}^* \text{s}^{-1})^{0.5}] = 3.16 [\text{kN}^* / (\text{mm}^* \text{s}^{-1})^{0.5}]$$

由于是非线性关系，当不注意单位时，很容易出现理解差异。我看某本书时，这本标榜牛 X 的书神奇之处在于，里面有几个粘滞阻尼器案例，其中阻尼系数单位一会用 $[\text{kN} / (\text{m}^* \text{s}^{-1})^\alpha]$ ，一会用 $[\text{kN} / (\text{mm}^* \text{s}^{-1})^\alpha]$ ，在我没有觉察到这个差异前，被各案例的出力差异搞糊涂，没办法我看书总是注意不到细节，在发觉这个差异后，简单思维又让我掉到另一个坑里，以为 $1 [\text{N} / (\text{m}^* \text{s}^{-1})^\alpha] = 1 [\text{kN} / (\text{mm}^* \text{s}^{-1})^\alpha]$ ，还是错的！举例子说明问题：

假定相对速度 V 是 $0.2 \text{m/s} = 200 \text{mm/s}$

第一种情况 α -速度指数为 0.2 时

阻尼器 1 的阻尼系数是 $100 [\text{kN} / (\text{m}^* \text{s}^{-1})^{0.2}]$ ，

$$\text{则阻尼器的阻力 } F = 100 * (0.2^{0.2}) = 72.48 \text{ kN}。$$

阻尼器 2 的阻尼系数是 $100 [\text{kN} / (\text{mm}^* \text{s}^{-1})^{0.2}]$ ，

$$\text{则阻尼器的阻力 } F = 100 * (200^{0.2}) = 288.53 \text{ kN}。$$

第二种情况 α -速度指数为 0.5 时

阻尼器 3 的阻尼系数是 $100 [\text{kN} / (\text{m}^* \text{s}^{-1})^{0.5}]$ ，

$$\text{则阻尼器的阻力 } F = 100 * (0.2^{0.5}) = 44.72 \text{ kN}。$$

阻尼器 4 的阻尼系数是 $100 [\text{kN} / (\text{mm}^* \text{s}^{-1})^{0.5}]$ ，

$$\text{则阻尼器的阻力 } F = 100 * (200^{0.5}) = 1414.21 \text{ kN}。$$

单位之差导致结果差别很大，如果有人使用 $[\text{kN} / (\text{cm}^* \text{s}^{-1})^\alpha]$ 作为单位的话，

阻尼器的阻力数字又会发生变化,不过好像不符合工程设计使用习惯,所以看粘滞阻尼器案例时除了看结构方案外,还需要注意这个参数具体表达。

从出力角度出发,使用 $[kN/(mm*s^{-1})^{\alpha}]$ 作为单位可以用较小的参数数据,表达更大阻尼器的阻力,使用 $[kN/(m*s^{-1})^{\alpha}]$ 作为单位可以用较大的参数数据,表达更小阻尼器的阻力。

东西虽好,也不是越大或越小就好,其实合适才是最好!

α	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
m向mm看齐	0.501	0.355	0.251	0.178	0.126	0.089	0.063	0.045	0.032
mm向m看齐	1.995	2.818	3.981	5.623	7.943	11.220	15.849	22.387	31.623

机会、勇气、动机合而为一的时刻不多,它们的合一只能有
赖于人的不成熟。

-----前面小说上说的