

3.3 陣風反應因子

陣風反應因子乃考慮風速具有隨時間變動的特性，及其對建築物之影響。此因子將順風向造成的動態風壓轉換成等值風壓處理。

普通建築物之陣風反應因子可取 1.88，或依下式計算：

$$G = 1.927 \left(\frac{(1 + 1.7g_Q I_z^* Q)}{1 + 1.7g_V I_z^*} \right) \quad (3.5)$$

式中， g_Q 與 g_V 均可取 3.4；陣風紊流強度 I_z^* 與背景反應 Q 分別依下式計算：

$$I_z^* = \beta(\bar{z}) * I_z \quad (3.6a)$$

$$\beta(\bar{z}) = E_1 \left(\frac{\bar{z}}{z_G} \right)^{E_2} \quad (3.6b)$$

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0.63 \left(\frac{B+h}{L_z} \right)^{0.63}}} \quad (3.7)$$

式中， $\bar{z}$ 為等效結構高度，其值為 0.6h，但不可小於 z_{min} 。 z_{min} 和式(3.6)中之 E_1 、 E_2 、 z_G 值列於表 2.1； I_z 為紊流強度，由 2.3 節計算之； L_z 為紊流積分長度尺度，由 2.3 節計算之。

柔性建築物之陣風反應因子依下式決定：

$$G_f = 1.927 \left(\frac{1 + 1.7I_z^* \sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1.7g_V I_z^*} \right) \quad (3.8)$$

式中， g_Q 和 g_V 均可取 3.4， g_R 依下式計算：

$$g_R = \sqrt{2 \ln(3600f_n)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln(3600f_n)}} \quad (3.9)$$

R 為共振反應因子，其值依下式計算：

$$R = \sqrt{\frac{1}{\xi} R_n R_h R_B (0.53 + 0.47 R_L)} \quad (3.10)$$

$$R_n = \frac{7.47 N_1}{(1 + 10.3 N_1)^{5/3}} \quad (3.11a)$$

$$N_1 = \frac{f_n L_z}{\bar{U}_z} \quad (3.11b)$$

$$R_j = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} (1 - e^{-2\eta}) \quad \text{for } \eta > 0 \quad (3.12a)$$

$$R_j = 1 \quad \text{for } \eta = 0 \quad (3.12b)$$

式(3.10)中， ξ 為結構阻尼比。式(3.12a)與式(3.12b)中，下標 j 可為 h 、 B 或 L ；當 $R_j = R_h$ 時， $\eta = 4.6f_n h / \bar{U}_z$ ；當 $R_j = R_B$ 時， $\eta = 4.6f_n B / \bar{U}_z$ ；當 $R_j = R_L$ 時， $\eta = 15.4f_n L / \bar{U}_z$ 。 $\bar{U}_z$ 為高度 z 處每小時平均風速，依下式計算：

$$\bar{U}_z = \bar{b} \left(\frac{z}{10} \right)^\alpha U_{10}(C) \quad (3.13)$$

式中， $\bar{b}$ 值列於表 2.1。

【解說】

由於紊流的緣故，風速並非定值，而係以其平均值為中心做時大時小的變化，此平均風速可視為一小時平均風速。因為建築物係振動體，故受此種風力作用而產生振動。因為動力效應，作用在建築物上的等值動態風壓大於平均風速所造成的靜態風壓。此二風壓的比值稱為陣風反應因子，其數值大於 1.0。設計時如將靜態風壓乘以此因子，則等於考慮了風的動態效應。

順風向載重大小與風速頻譜有關，由於風速頻譜在 1 Hz 以上之值不大，故普通建築物(基本自然頻率大於 1 Hz)可忽略共振反應。普通建築物之陣風反應因子 G 亦可依表 C3.1(a)、表 C3.1(b)或表 C3.1(c)決定。

同時滿足 $h/\sqrt{BL} = 1 \sim 6$ 和 $L/B = 1/5 \sim 5$ 之柔性建築物，可依據下式計算式(3.8)中之共振反應因子的平方 R^2 ：

$$R^2 \approx \frac{\bar{K} \eta_B^{-0.598} \eta_L^{-0.100}}{\xi} \quad (C3.6)$$

式中， $\eta_B = 4.6f_n B / \bar{U}_z$ ； $\eta_L = 15.4f_n L / \bar{U}_z$ ；地況 A， $\bar{K} = 0.019$ ；地況 B， $\bar{K} = 0.021$ ；地況 C， $\bar{K} = 0.026$ 。

建築物耐風設計建議根據動力分析求得結構物順風向、橫風向與扭轉向之基本自然頻率。針對高度(h)小於 122 公尺之建築物，其順風向基本自然頻率 f_n 、橫風向基本自然頻率 f_a 和扭轉向基本自然頻率 f_t ，亦可分別依下列經驗公式估計 (ASCE 7-05)：

$$f_n, f_a = \frac{22.86}{h} (Hz) \quad (C3.7a)$$

$$f_t = 1.3f_n (Hz) \quad (C3.7b)$$

另建議鋼構造建築物之阻尼比為 $\xi = 0.01$ ；混凝土構造建築物或鋼骨鋼筋混凝土構造建築物之阻尼比為 $\xi = 0.02$ 。

表 C3.1(a) 普通建築物之陣風反應因子(地況 A)

地況 A	$h(m)$									
h/B	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.2	1.735	1.660	1.607	1.567	1.534	1.507	1.498	1.491	1.484	1.478
0.3	1.765	1.697	1.650	1.613	1.582	1.555	1.547	1.540	1.533	1.528
0.35	1.774	1.710	1.664	1.628	1.598	1.572	1.564	1.557	1.551	1.545
0.4	1.782	1.720	1.676	1.640	1.611	1.586	1.578	1.571	1.565	1.559
0.5	1.793	1.735	1.693	1.660	1.632	1.607	1.599	1.592	1.586	1.581
0.55	1.798	1.741	1.700	1.667	1.640	1.616	1.608	1.601	1.595	1.590
0.6	1.802	1.746	1.706	1.674	1.647	1.623	1.615	1.609	1.603	1.597
0.65	1.805	1.751	1.711	1.680	1.653	1.630	1.622	1.615	1.609	1.604
0.7	1.808	1.755	1.716	1.685	1.658	1.635	1.628	1.621	1.615	1.610
0.75	1.811	1.758	1.720	1.689	1.663	1.640	1.633	1.626	1.620	1.615
0.8	1.813	1.761	1.724	1.693	1.667	1.645	1.638	1.631	1.625	1.620
0.9	1.817	1.767	1.730	1.700	1.675	1.653	1.646	1.639	1.633	1.628
1	1.820	1.771	1.735	1.706	1.681	1.660	1.652	1.646	1.640	1.635
1.1	1.823	1.775	1.740	1.711	1.687	1.665	1.658	1.652	1.646	1.641
1.2	1.825	1.778	1.744	1.715	1.691	1.670	1.663	1.657	1.651	1.646
1.3	1.827	1.781	1.747	1.719	1.695	1.674	1.667	1.661	1.655	1.650
1.4	1.829	1.784	1.750	1.722	1.699	1.678	1.671	1.665	1.659	1.654
1.5	1.831	1.786	1.752	1.725	1.702	1.681	1.674	1.668	1.663	1.658
1.6	1.832	1.788	1.755	1.727	1.704	1.684	1.677	1.671	1.666	1.661
1.7	1.833	1.789	1.757	1.730	1.707	1.687	1.680	1.674	1.668	1.664
1.8	1.834	1.791	1.758	1.732	1.709	1.689	1.682	1.676	1.671	1.666
1.9	1.835	1.792	1.760	1.734	1.711	1.691	1.684	1.678	1.673	1.668
2	1.836	1.793	1.761	1.735	1.713	1.693	1.686	1.680	1.675	1.670
2.1	1.837	1.795	1.763	1.737	1.715	1.695	1.688	1.682	1.677	1.672
2.2	1.838	1.796	1.764	1.738	1.716	1.697	1.690	1.684	1.679	1.674
2.3	1.838	1.797	1.765	1.740	1.717	1.698	1.691	1.685	1.680	1.676
2.4	1.839	1.798	1.766	1.741	1.719	1.700	1.693	1.687	1.682	1.677
2.5	1.840	1.798	1.767	1.742	1.720	1.701	1.694	1.688	1.683	1.678
2.6	1.840	1.799	1.768	1.743	1.721	1.702	1.695	1.689	1.684	1.680
2.7	1.841	1.800	1.769	1.744	1.722	1.703	1.696	1.691	1.685	1.681
2.8	1.841	1.801	1.770	1.745	1.723	1.704	1.698	1.692	1.687	1.682
2.9	1.842	1.801	1.771	1.746	1.724	1.705	1.699	1.693	1.688	1.683
3	1.842	1.802	1.771	1.746	1.725	1.706	1.699	1.694	1.689	1.684
3.25	1.843	1.803	1.773	1.748	1.727	1.708	1.702	1.696	1.691	1.686
3.5	1.844	1.804	1.774	1.750	1.729	1.710	1.703	1.698	1.693	1.688
3.75	1.844	1.805	1.776	1.751	1.730	1.711	1.705	1.699	1.694	1.690
4	1.845	1.806	1.777	1.752	1.731	1.713	1.706	1.701	1.696	1.691

表 C3.1(b) 普通建築物之陣風反應因子(地況 B)

地況 B	$h(m)$									
h/B	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.2	1.774	1.711	1.666	1.648	1.634	1.623	1.613	1.605	1.597	1.591
0.3	1.798	1.742	1.702	1.686	1.673	1.662	1.652	1.644	1.637	1.631
0.35	1.805	1.753	1.714	1.698	1.685	1.675	1.666	1.658	1.651	1.645
0.4	1.812	1.761	1.724	1.708	1.696	1.686	1.677	1.669	1.662	1.656
0.5	1.821	1.774	1.739	1.724	1.712	1.702	1.693	1.686	1.679	1.673
0.55	1.825	1.778	1.744	1.730	1.718	1.708	1.700	1.693	1.686	1.680
0.6	1.828	1.783	1.749	1.735	1.723	1.714	1.706	1.698	1.692	1.686
0.65	1.830	1.786	1.754	1.740	1.728	1.719	1.711	1.703	1.697	1.691
0.7	1.833	1.790	1.757	1.744	1.732	1.723	1.715	1.708	1.702	1.696
0.75	1.835	1.792	1.761	1.747	1.736	1.727	1.719	1.712	1.706	1.700
0.8	1.837	1.795	1.764	1.750	1.740	1.730	1.723	1.716	1.709	1.704
0.9	1.840	1.799	1.769	1.756	1.745	1.736	1.729	1.722	1.716	1.710
1	1.843	1.803	1.774	1.761	1.750	1.741	1.734	1.727	1.721	1.716
1.1	1.845	1.806	1.777	1.764	1.754	1.746	1.738	1.731	1.726	1.720
1.2	1.847	1.809	1.780	1.768	1.758	1.749	1.742	1.735	1.729	1.724
1.3	1.848	1.811	1.783	1.771	1.761	1.752	1.745	1.738	1.733	1.728
1.4	1.850	1.813	1.785	1.773	1.763	1.755	1.748	1.741	1.736	1.730
1.5	1.851	1.815	1.787	1.775	1.766	1.757	1.750	1.744	1.738	1.733
1.6	1.852	1.816	1.789	1.777	1.768	1.759	1.752	1.746	1.741	1.735
1.7	1.853	1.818	1.791	1.779	1.770	1.761	1.754	1.748	1.743	1.738
1.8	1.854	1.819	1.792	1.781	1.771	1.763	1.756	1.750	1.744	1.739
1.9	1.855	1.820	1.794	1.782	1.773	1.765	1.758	1.752	1.746	1.741
2	1.855	1.821	1.795	1.783	1.774	1.766	1.759	1.753	1.748	1.743
2.1	1.856	1.822	1.796	1.785	1.775	1.767	1.761	1.754	1.749	1.744
2.2	1.857	1.823	1.797	1.786	1.776	1.769	1.762	1.756	1.750	1.745
2.3	1.857	1.824	1.798	1.787	1.778	1.770	1.763	1.757	1.752	1.747
2.4	1.858	1.824	1.799	1.788	1.778	1.771	1.764	1.758	1.753	1.748
2.5	1.858	1.825	1.800	1.789	1.779	1.772	1.765	1.759	1.754	1.749
2.6	1.859	1.826	1.801	1.789	1.780	1.773	1.766	1.760	1.755	1.750
2.7	1.859	1.826	1.801	1.790	1.781	1.773	1.767	1.761	1.755	1.751
2.8	1.859	1.827	1.802	1.791	1.782	1.774	1.767	1.762	1.756	1.751
2.9	1.860	1.827	1.803	1.791	1.782	1.775	1.768	1.762	1.757	1.752
3	1.860	1.828	1.803	1.792	1.783	1.775	1.769	1.763	1.758	1.753
3.25	1.861	1.829	1.804	1.793	1.785	1.777	1.770	1.765	1.759	1.755
3.5	1.861	1.830	1.805	1.795	1.786	1.778	1.772	1.766	1.761	1.756
3.75	1.862	1.831	1.806	1.796	1.787	1.779	1.773	1.767	1.762	1.757
4	1.863	1.831	1.807	1.797	1.788	1.780	1.774	1.768	1.763	1.758

表 C3.1(c) 普通建築物之陣風反應因子(地況 C)

地況 C	$h(m)$									
h/B	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.2	1.811	1.769	1.748	1.732	1.719	1.708	1.699	1.691	1.685	1.678
0.3	1.830	1.793	1.774	1.760	1.748	1.738	1.730	1.722	1.716	1.710
0.35	1.836	1.801	1.783	1.769	1.757	1.748	1.740	1.733	1.726	1.720
0.4	1.841	1.807	1.790	1.776	1.765	1.756	1.748	1.741	1.735	1.729
0.5	1.848	1.817	1.800	1.787	1.777	1.768	1.761	1.754	1.748	1.742
0.55	1.850	1.820	1.804	1.792	1.782	1.773	1.766	1.759	1.753	1.748
0.6	1.853	1.824	1.808	1.796	1.786	1.777	1.770	1.763	1.758	1.752
0.65	1.855	1.826	1.811	1.799	1.789	1.781	1.774	1.767	1.761	1.756
0.7	1.857	1.829	1.813	1.802	1.792	1.784	1.777	1.771	1.765	1.760
0.75	1.858	1.831	1.816	1.804	1.795	1.787	1.780	1.774	1.768	1.763
0.8	1.860	1.833	1.818	1.807	1.797	1.789	1.782	1.776	1.771	1.766
0.9	1.862	1.836	1.822	1.811	1.801	1.794	1.787	1.781	1.776	1.771
1	1.864	1.839	1.825	1.814	1.805	1.797	1.791	1.785	1.779	1.775
1.1	1.866	1.841	1.827	1.817	1.808	1.800	1.794	1.788	1.783	1.778
1.2	1.867	1.843	1.829	1.819	1.810	1.803	1.797	1.791	1.786	1.781
1.3	1.868	1.845	1.831	1.821	1.813	1.805	1.799	1.793	1.788	1.784
1.4	1.869	1.846	1.833	1.823	1.814	1.807	1.801	1.795	1.790	1.786
1.5	1.870	1.847	1.834	1.824	1.816	1.809	1.803	1.797	1.792	1.788
1.6	1.871	1.848	1.836	1.826	1.818	1.811	1.804	1.799	1.794	1.789
1.7	1.872	1.849	1.837	1.827	1.819	1.812	1.806	1.800	1.795	1.791
1.8	1.873	1.850	1.838	1.828	1.820	1.813	1.807	1.802	1.797	1.792
1.9	1.873	1.851	1.839	1.829	1.821	1.814	1.808	1.803	1.798	1.794
2	1.874	1.852	1.840	1.830	1.822	1.815	1.809	1.804	1.799	1.795
2.1	1.874	1.853	1.840	1.831	1.823	1.816	1.810	1.805	1.800	1.796
2.2	1.875	1.853	1.841	1.832	1.824	1.817	1.811	1.806	1.801	1.797
2.3	1.875	1.854	1.842	1.832	1.825	1.818	1.812	1.807	1.802	1.798
2.4	1.876	1.854	1.842	1.833	1.825	1.819	1.813	1.808	1.803	1.799
2.5	1.876	1.855	1.843	1.834	1.826	1.819	1.814	1.808	1.804	1.799
2.6	1.876	1.855	1.843	1.834	1.827	1.820	1.814	1.809	1.804	1.800
2.7	1.877	1.856	1.844	1.835	1.827	1.821	1.815	1.810	1.805	1.801
2.8	1.877	1.856	1.844	1.835	1.828	1.821	1.815	1.810	1.806	1.801
2.9	1.877	1.856	1.845	1.836	1.828	1.822	1.816	1.811	1.806	1.802
3	1.877	1.857	1.845	1.836	1.829	1.822	1.816	1.811	1.807	1.803
3.25	1.878	1.857	1.846	1.837	1.830	1.823	1.818	1.812	1.808	1.804
3.5	1.878	1.858	1.847	1.838	1.830	1.824	1.819	1.813	1.809	1.805
3.75	1.879	1.859	1.847	1.839	1.831	1.825	1.819	1.814	1.810	1.806
4	1.879	1.859	1.848	1.839	1.832	1.826	1.820	1.815	1.811	1.807