

鋼構造物の設計 (3)

2.1 設計で考慮する荷重, 外力



餘部鉄橋

自重, 死荷重

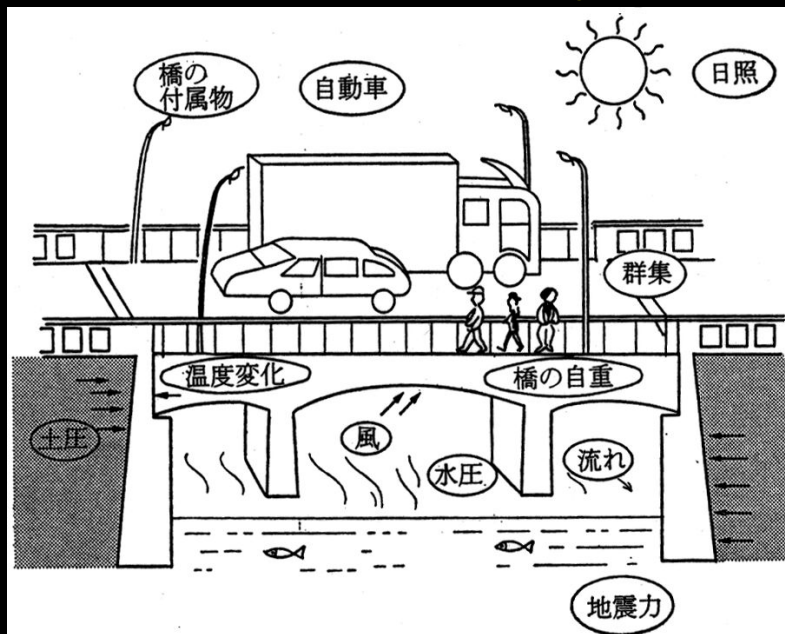
活荷重, 交通荷重

風荷重

地震荷重

雪荷重など

構造物に作用する外力 Forces acting on structures



橋の設計で考慮する外力 Forces for bridge design

道路橋示方書(Specifications for highway bridges)で規定

主荷重(P)

死荷重(D)

活荷重(L)

・T荷重

・L荷重

衝撃荷重(I)

プレストレス力(PS)

コンクリートのクリープの影響(CR)

コンクリートの乾燥収縮の影響(SH)

土圧(E)

水圧(HP)

浮力又は揚圧力(U)

従荷重(S)

風荷重(W)

温度変化の影響(T)

地震の影響(EQ)

主荷重に相当する特殊荷重(PP)

雪荷重(SW)

地盤変動の影響(GD)

支点移動の影響(SD)

波圧(WP)

遠心荷重(CF)

従荷重に相当する特殊荷重(PA)

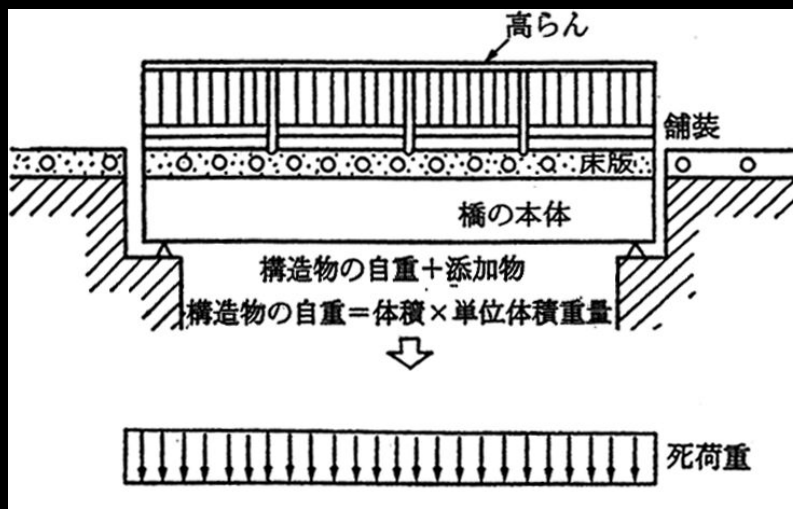
制動荷重(BK)

施工時荷重(ER)

衝突荷重(CO)

その他

死荷重 Dead Loads

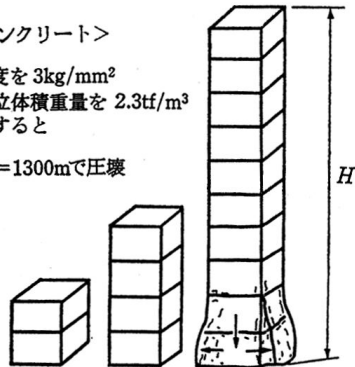


死荷重で構造物の大きさが決まる例

<コンクリート>

強度を 3kg/mm^2
単位体積重量を 2.3tf/m^3
とすると

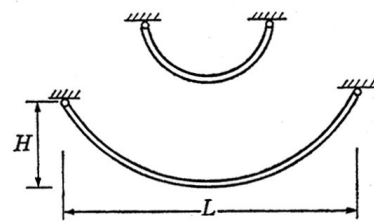
$H = 1300\text{m}$ で圧壊



発生応力 > 強度

- 自重に耐えられなくなり
圧壊する

(a) ブロックを重ねる



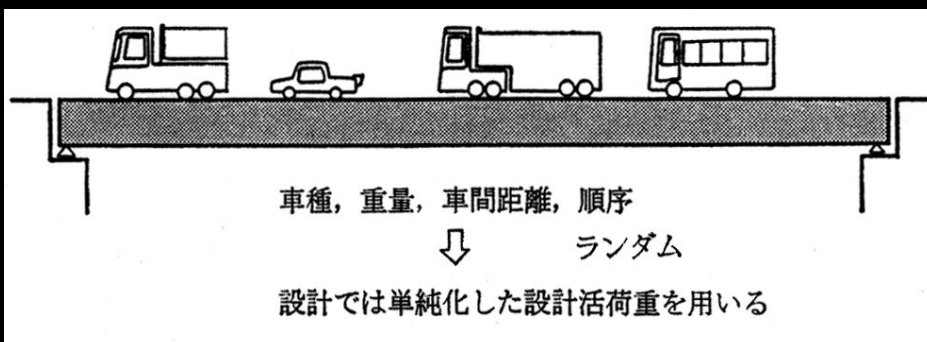
<ケーブル>

- 自重に耐えられなくなり破断する.
ケーブル強度を 160kg/mm^2
単位体積重量を 7.85tf/m^3
 $H/L = 1/10$ とすると
 $L = 14800\text{m}$ で破断する

(b) ケーブルをはり渡す

活荷重 Live Loads

交通荷重 Traffic Loads

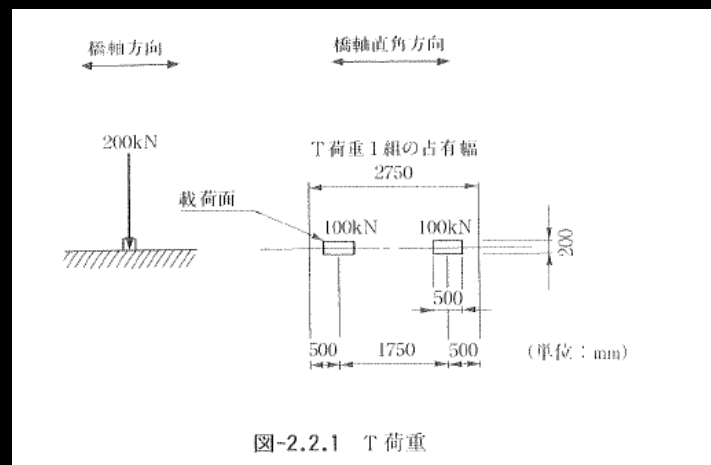




Metropolitan Expressway,
Kanda Bridge, Tokyo

設計荷重 Design Loads

自動車荷重 T荷重



設計荷重 Design Loads

自動車荷重 L荷重

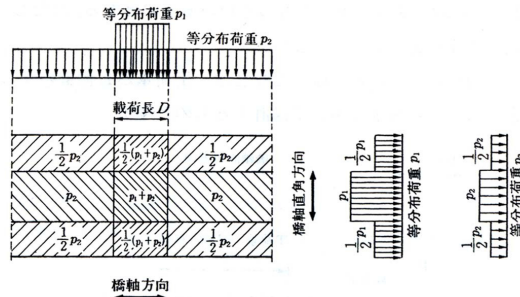


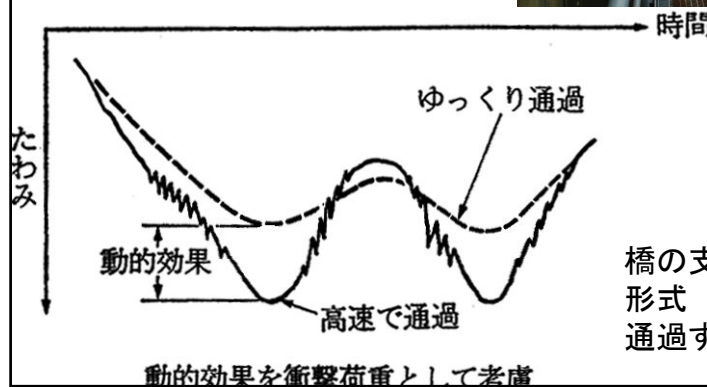
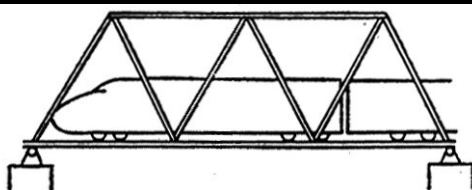
図-2.1.2 L荷重

表-2.1.3 L荷重 (B活荷重)

主載荷荷重 (幅 5.5 m)						従 載 荷 重
等分布荷重 p_1			等分布荷重 p_2			
載荷長 D (m)	荷 重 (kN/m ²)		荷 重 (kN/m ²)			
	曲げモーメントを 算出する場合	せん断力を 算出する場合	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$L > 130$	
10	10	12	3.5	4.3-0.01L	3.0	主載荷荷重 の50%

L : 支間長 (m)

衝撃荷重 Impact Loads

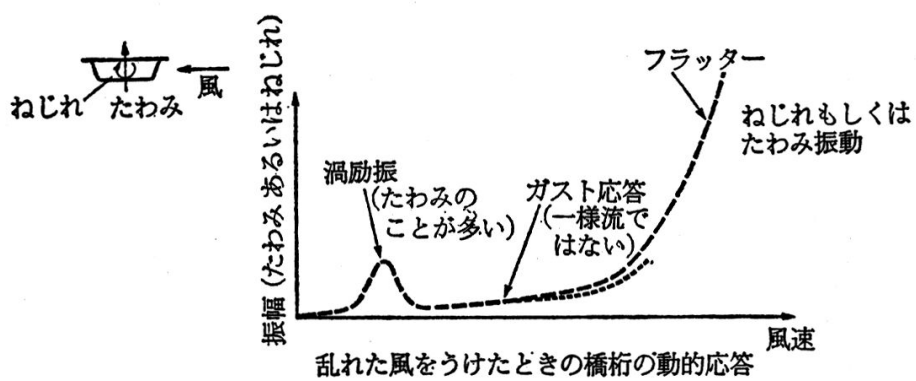


橋の支間
形式
通過する車、列車の速度

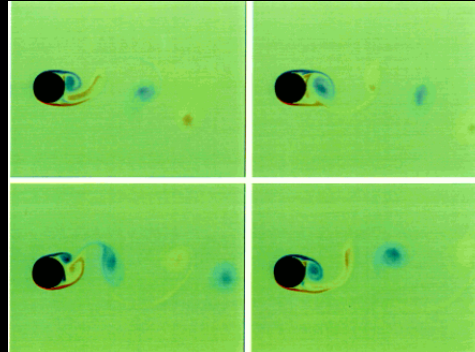
風荷重 Wind Loads



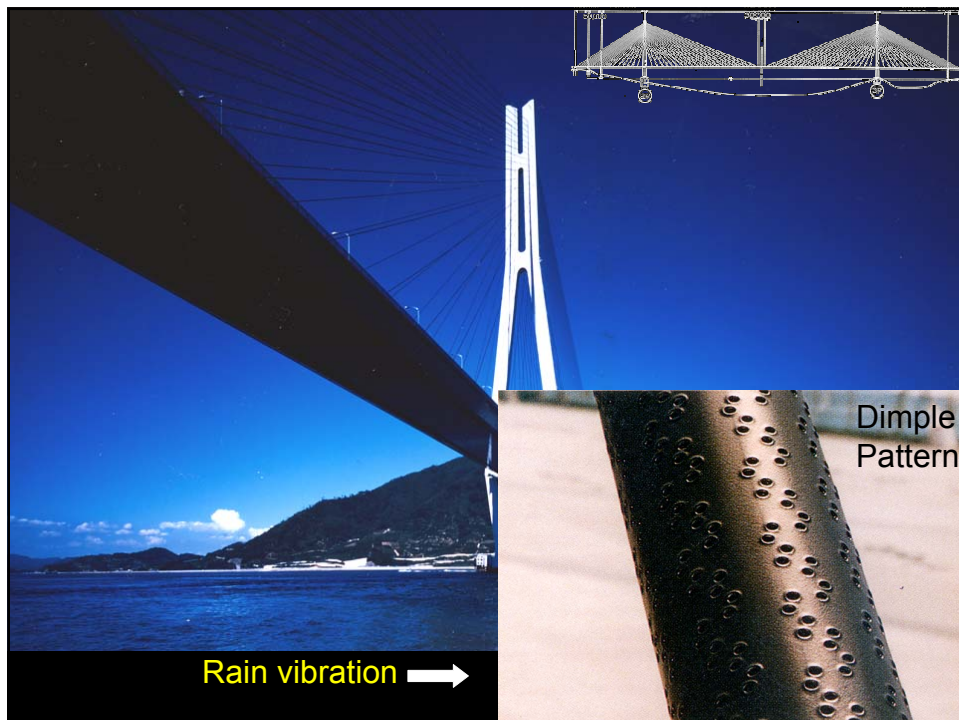
風の動的作用 Dynamic Wind Actions



風の作用 Wind Actions



Karman Vortex
Cylinder Wakes



道路橋示方書における風荷重

1) 鋼げたの風荷重 (kN/m)

断面形状	風荷重
$1 \leq B/D < 8$	$[4.0 - 0.2(B/D)]D \geq 6.0$
$8 \leq B/D$	$2.4D \geq 6.0$

B: 橋の総幅
D: 橋の総高

2) 2主構トラスの風荷重 (kN/m)

表-2.2.12 2主構トラスに作用する風荷重 (kN/m²)

トラス	活荷重載荷時	$1.25/\sqrt{\phi}$
	活荷重無載荷時	$2.5/\sqrt{\phi}$
橋床	活荷重載荷時	1.5
	活荷重無載荷時	3.0

ただし、 $0.1 \leq \phi \leq 0.6$

ϕ : トラスの充実率
(トラス投影面積/
トラス外郭面積)

道路橋示方書における風荷重

3) その他の形式の橋

表-2.2.14 鋼けたあるいは2主構トラス以外の橋の部材に作用する風荷重 (kN/m²)

部材の断面形状		風 荷 重	
		風上側部材	風下側部材
円 形	活荷重載荷時	0.75	0.75
	活荷重無載荷時	1.5	1.5
角 形	活荷重載荷時	1.5	0.75
	活荷重無載荷時	3.0	1.5

4) 下部構造

表-2.2.15 下部構造に作用する風荷重 (kN/m²)

躯体の断面形状		風 荷 重
円 形 小判形	活荷重載荷時	0.75
	活荷重無載荷時	1.5
角 形	活荷重載荷時	1.5
	活荷重無載荷時	3.0

構造物に作用する力の最大値

$$P_{max} = kw \quad k: \text{震度}, W: \text{自重}$$

水平方向の震度は

$$\bar{k}_h = c_z \cdot c_c \cdot c_l \cdot c_r \cdot \bar{k}_0$$

ここに、

$\bar{k}_h$: 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める)

$\bar{k}_0$: 標準設計水平震度 (0.2 とする)

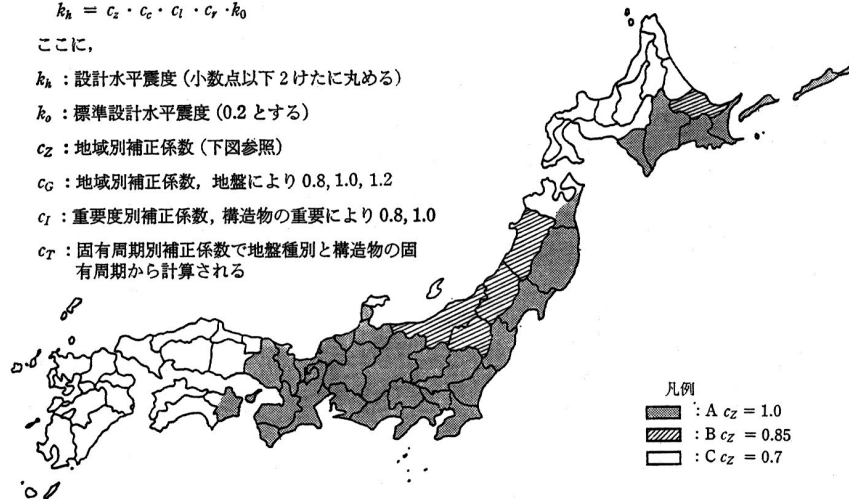
c_z : 地域別補正係数 (下図参照)

c_c : 地域別補正係数, 地盤により 0.8, 1.0, 1.2

c_l : 重要度別補正係数, 構造物の重要により 0.8, 1.0

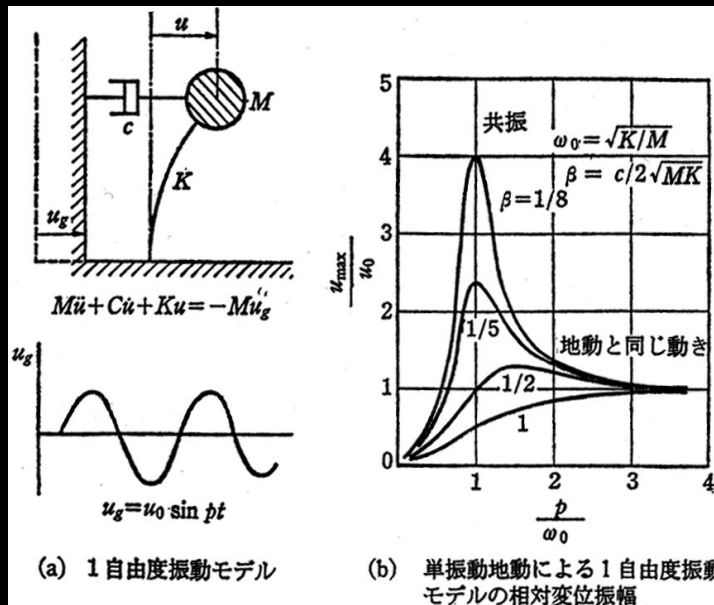
c_r : 固有周期別補正係数で地盤種別と構造物の固有周期から計算される

地震荷重 Earthquake Loads



地域区分と地域別補正係数

地震による振動現象 Vibration due to Earthquakes



道路橋示方書における地震の影響

- (1) 構造物の重量に起因する慣性力
- (2) 地震時土圧
- (3) 地震時動水圧
- (4) 地盤の液状化及び流動化の影響
- (5) 地震時地盤変位

道路橋示方書における設計地震動

レベル1地震動

-地震によって橋としての健全性を損わない性能

$$S = C_z C_D S_0$$

C_z : 地域別補正係数

S_0 : 標準加速度応答スペクトル

C_D : 減衰定数別補正係数

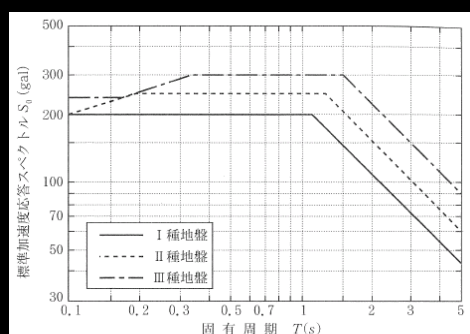


図-解 4.2.1 レベル1地震動の標準加速度応答スペクトル S_0

$$C_D = \frac{1.5}{40h + 1} + 0.5$$

道路橋示方書における設計地震動

レベル2地震動

- 地震による損傷が限定的で橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能 (for 主要・重要な橋)
- 地震による損傷が橋として致命的とならない性能

$$S_I = C_z C_D S_{I0}$$

C_z : 地域別補正係数

S_{I0} : タイプIの標準加速度応答スペクトル

$$S_{II} = C_z C_D S_{II0}$$

S_{II0} : タイプIIの標準加速度応答スペクトル

C_D : 減衰定数別補正係数

S_{I0} (海洋形地震)

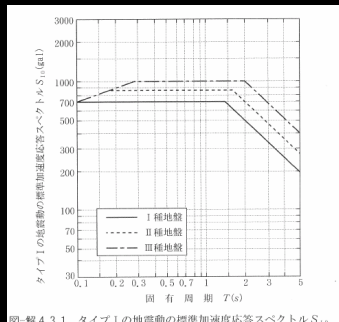


図-解 4.3.1 タイプIの地震動の標準加速度応答スペクトル S_{I0}

S_{II0} (都市直下形地震)

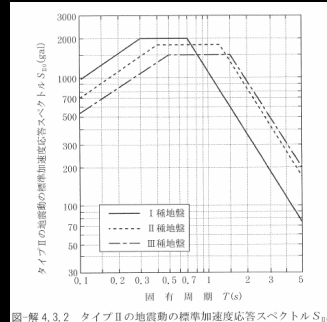


図-解 4.3.2 タイプIIの地震動の標準加速度応答スペクトル S_{II0}

温度 Temperature

