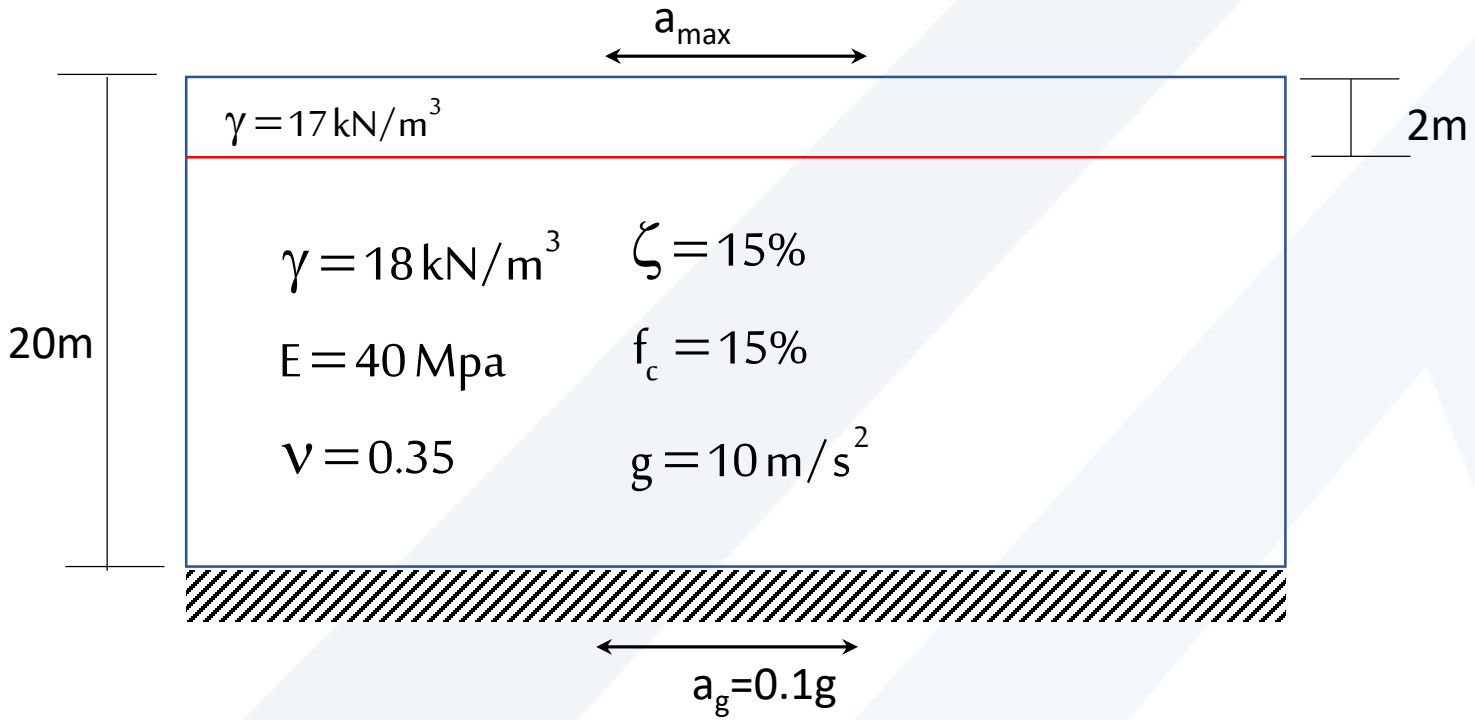
مثال :

طبقة من الرمل المشبع تستند إلى سرير صخري ينقل موجة اهتزازية توافقية قاصة تسارعها الزلزالي $a_g=0.1g$ عند السطح السفلي للطبقة , سلوك التربة مرن خطياً مع تخامد بنسبة $\xi=15\%$ و أن التسارع التصميمي عند السطح يتوافق مع التسارع الأساسي لطبقة التربة و التي سماكتها 20m ومنسوب المياه الجوفية على عمق (*2.00m*) عن سطح الأرض, و لدى إجراء تجربة التحليل الحبي تبين أن نسبة المواد الناعمة $f_c=15\%$, و مواصفات طبقة الرمل مبينة بالمقطع الجيوتكنيكي التالي :



أجريت تجربة الاختراق النظامية على هذه الطبقة على عدة أعماق و كانت النتائج كما يلي :

العمق(m)	2	5	8	11	14	17	20
$(N)_{60}$	15	15	20	25	28	35	45

يطلب مايلي :

1- دراسة أمان الطبقة الرملية المشبعة ضد التسيل و تحديد المنطقة المحتمل أن تتسيل من أجل زلزال تصميمي شدته 7.5 درجة.

2- أحسب عامل الأمان ضد التسيل و حدد منطقة التسيل من أجل زلزال شدته 6 درجات علماً بأن التسارع الزلزالي عند السرير الصخري a_g=0.1g وأن منسوب المياه الجوفية يؤثر عند سطح التربة.

الحل :

يعطى عامل الأمان ضد التسيل بالعلاقة :

$$F_S = \frac{\mathbf{CRR}}{\mathbf{CSR}} = \frac{\text{عامل الاجهاد الحلقي المقاوم لتسيل التربة}}{\text{عامل الاجهاد الحلقي الناتج عن الزلزال التصميمي}}$$

$$\mathrm{CSR} = \frac{(\tau_{av})_{z,d}}{(\sigma'_{v0})_z} = 0.65 \frac{a_{max}}{g} r_d \frac{(\sigma_{v0})_z}{(\sigma'_{v0})_z}$$

يلزم تحديد التسارع الأعظمي عند سطح التربة حيث أن تابع التحويل لطبقة مخمدة يعطى بالعلاقة :

$$|F(w)| = \frac{1}{\sqrt[2]{\left(\cos\frac{wH}{V_S}\right)^2 + \left(\xi\frac{wH}{V_S}\right)^2}} \Rightarrow a_{max} = a_g * |F(w)|$$

$$V_S = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2*\rho*(1+v)}} = \sqrt{\frac{40*10^3}{2*\frac{17}{10}*1.35}} = 93.35\, m/sec$$

التردد الأساسي

$$f_0 = \frac{V_s}{4H} = \frac{93.35}{4*20} = 1.17\,Hz$$

تابع التحويل عند التردد الأساسي :

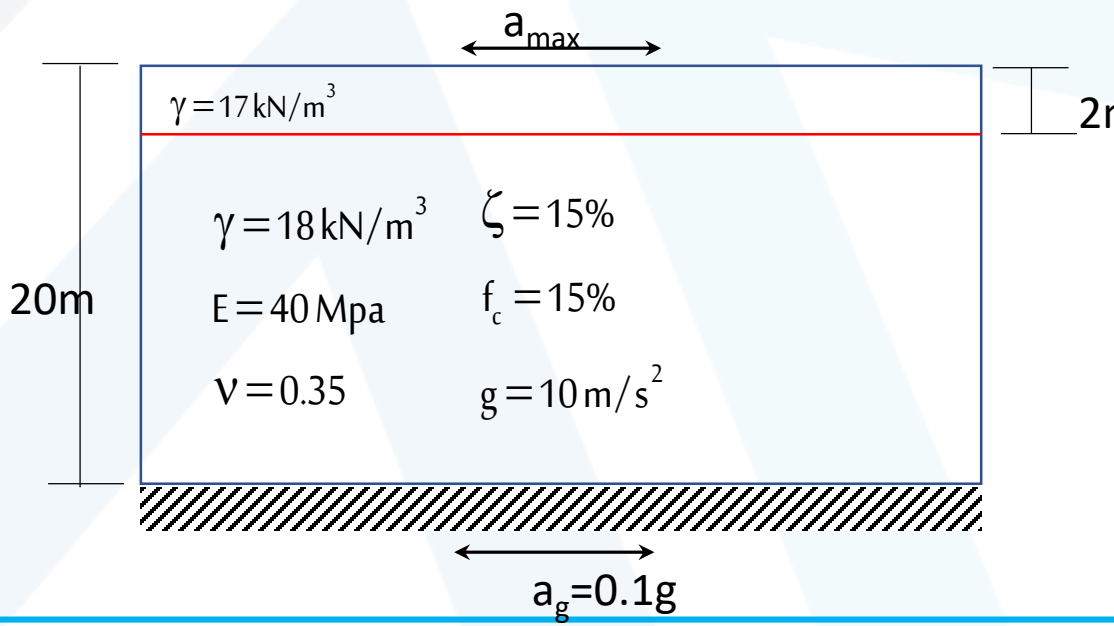
$$|F(w)| = \frac{1}{\sqrt[2]{\left(\cos\frac{\pi}{2}\right)^2 + \left(0.15\frac{\pi}{2}\right)^2}} = 4.2 \Rightarrow a_{max} = 0.42g$$

$0.2g < a_{max} < 0.5g \Rightarrow$ يمكن استخدام الطريقة المبسطة

حساب CSR :

يعطى عامل التخفيض(r_d) بالعلاقة : $r_d = 1-0.015*Z$

النقطة	Z(m)	(σ_{v0}) (kpa)	$(\sigma`_{v0})$ (kpa)	$(\sigma_{v0})/(\sigma`_{v0})$ (kpa)	(a_{max}/g)	r_d	CSR
1	2	34	34	1.000	0.42	0.970	0.265
2	5	88	58	1.517	0.42	0.925	0.383
3	8	142	82	1.732	0.42	0.880	0.416
4	11	196	106	1.849	0.42	0.835	0.421
5	14	250	130	1.923	0.42	0.790	0.415
6	17	304	154	1.974	0.42	0.745	0.401
7	20	358	178	2.011	0.42	0.700	0.384



حساب CRR:

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{v0}}\right)^{\frac{1}{2}} \leq 2 \qquad (N_1)_{60} = N_{60} \cdot C_N$$

Z(m)	(N60)	CN	$(N1)_{60}$	CRR	Fs
2	15	1.715	25.7	-	V. H
5	15	1.313	19.7	0.28	**0.73**
8	20	1.104	22.1	0.35	**0.84**
11	25	0.971	24.3	0.45	**1.07**
14	28	0.877	24.6	0.47	**1.13**
17	35	0.806	28.2	-	V. H
20	45	0.750	33.8	-	V. H

حدود منطقة التسيل هي من العمق Z=5.00m حتى العمق Z=8m .

الطلب الثاني

الحل: تصبح قيمة **CSR** الجديدة :

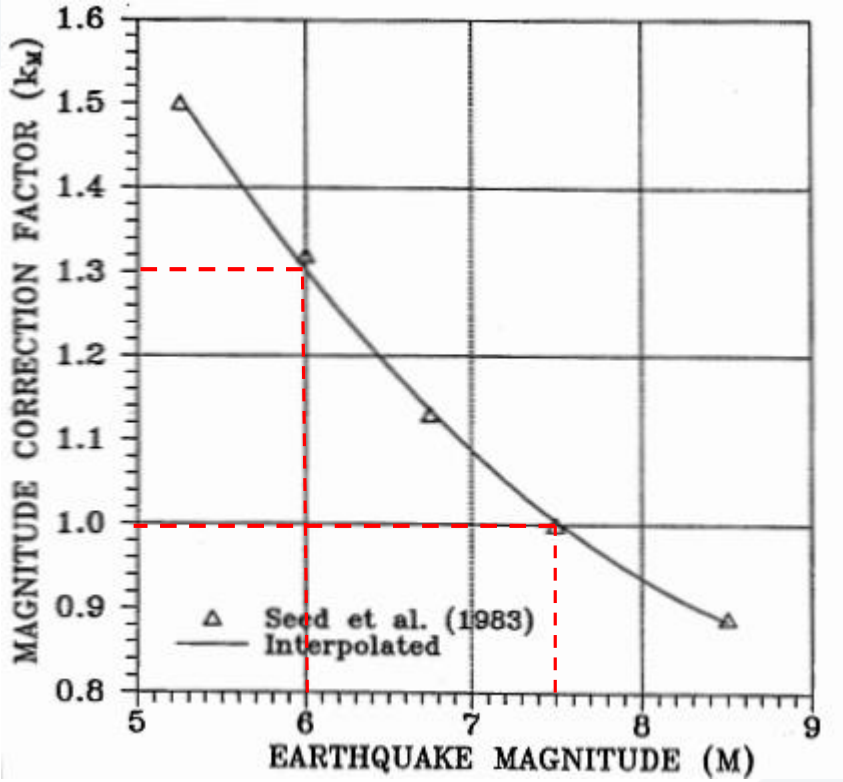
النقطة	Z(m)	(σ_{v0}) (kpa)	$(\sigma`_{v0})$ (kpa)	(a_{max}/g)	rd	CSR
1	2	36	16	0.42	0.970	**0.596**
2	5	90	40	0.42	0.925	**0.568**
3	8	144	64	0.42	0.880	**0.541**
4	11	198	88	0.42	0.835	**0.513**
5	14	252	112	0.42	0.790	**0.485**
6	17	306	136	0.42	0.745	**0.458**
7	20	360	160	0.42	0.700	**0.43**

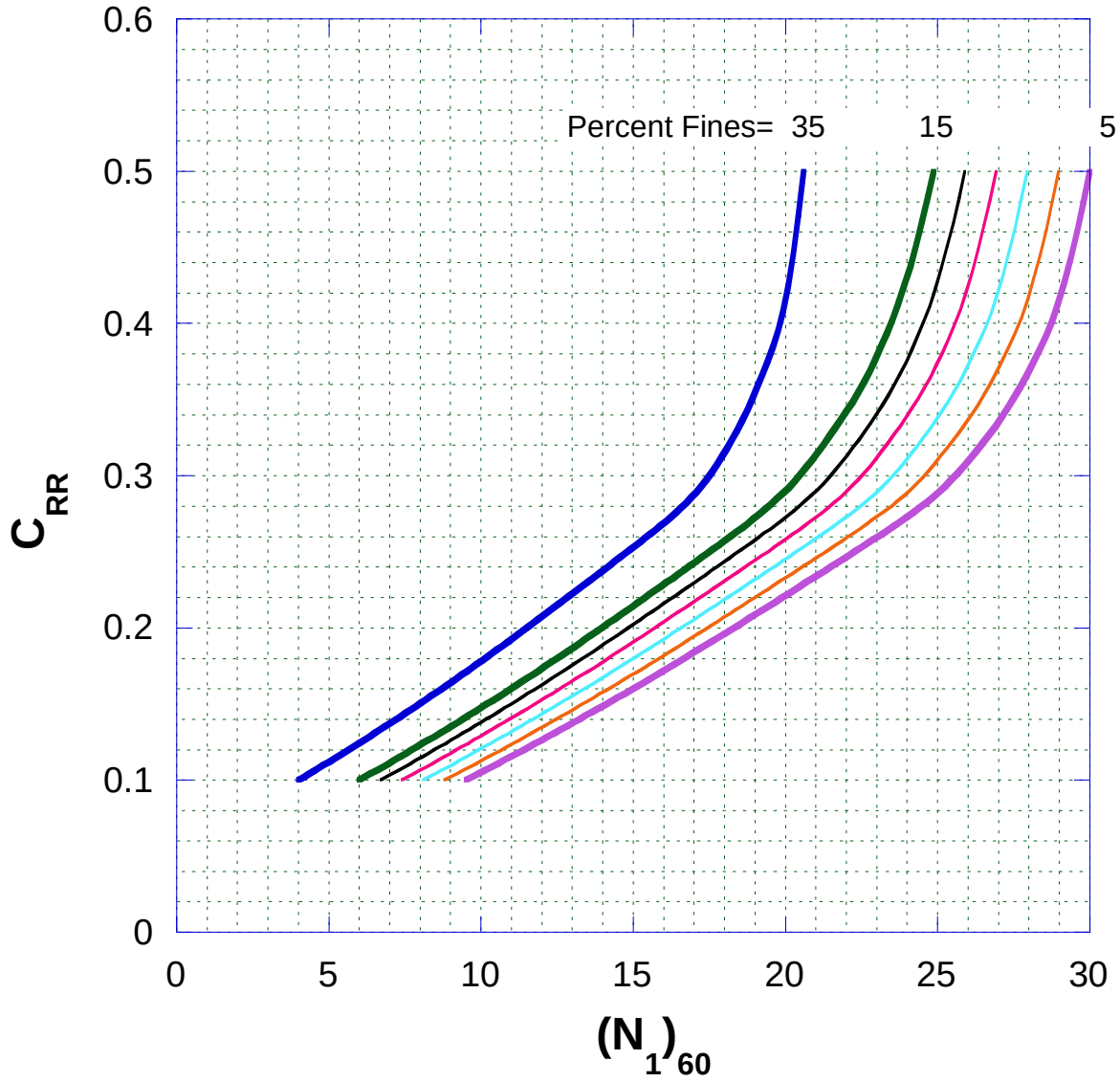
يلزم تصحيح قيمة العامل **CRR** بما يتناسب مع شدة الزلزال المؤثر :

من المنحني، عامل تصحيح الاجهاد الحلقي CRR حسب شدة الزلزال **Msf=1.3**

Z(m)	(N_{60})	CN	$(N_1)_{60}$	CRR	CRRnew=CRR*Msf	F.S	CSR
2	15	2.0	30	-	-	V.H	0.596
5	15	1.58	23.7	0.41	0.533	0.94	0.568
8	20	1.25	25	0.5	0.65	1.2	0.541
11	25	1.07	26.75	-	-	V.H	0.513
14	28	0.94	26.32	-	-	V.H	0.485
17	35	0.86	30.1	-	-	V.H	0.458
20	45	0.79	35.55	-	-	V.H	0.43

و بالتالي هناك احتمالية ضعيفة لحدوث التسيل عند العمق 5mحيث أن عامل الأمان قريب من الـ 1


MAGNITUDE CORRECTION FACTOR (k_M)
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
Seed et al. (1983)
Interpolated
5
6
7
8
9
EARTHQUAKE MAGNITUDE (M)


Percent Fines= 35
15
5
C_{RR}
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
5
10
15
20
25
30
$(N_1)_{60}$