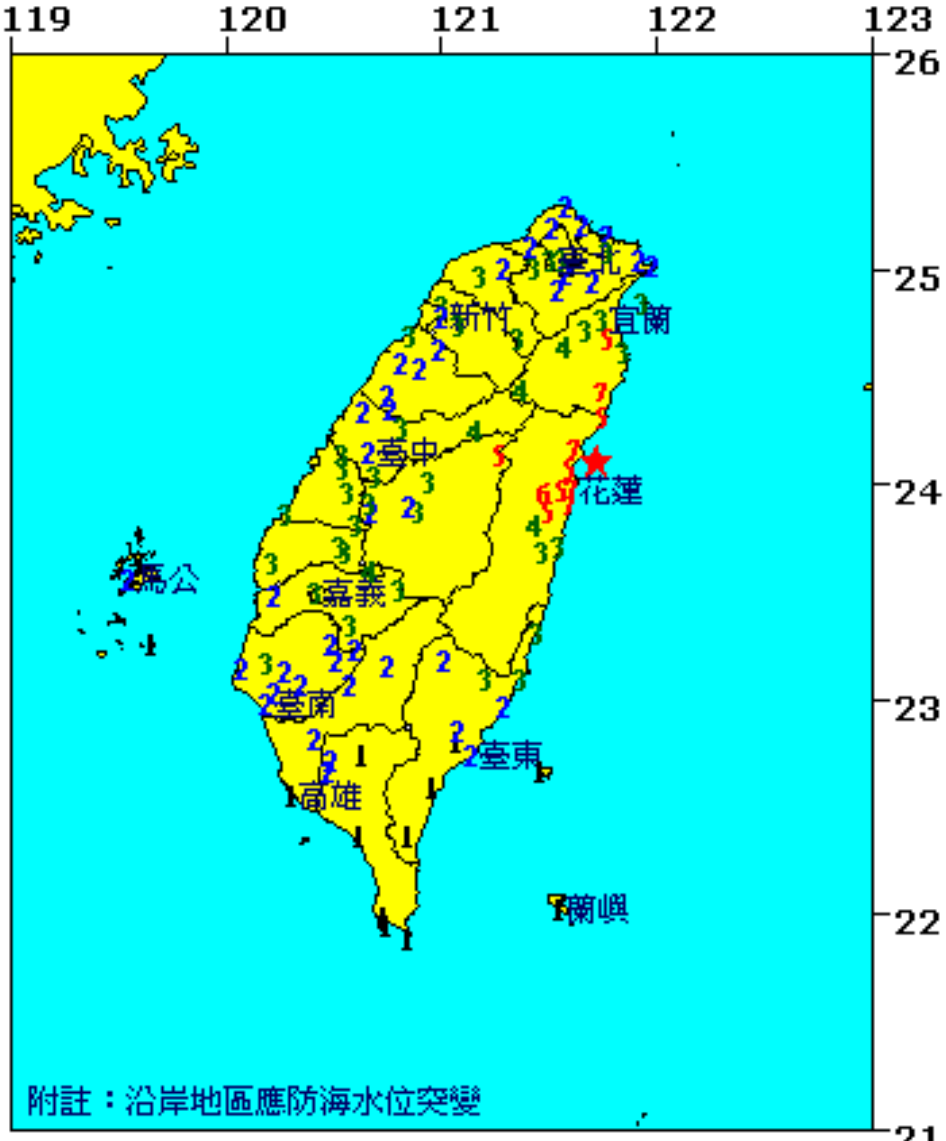
2018「台灣地震損失評估系統」講習會
國家地震工程研究中心
臺北市
2018.12.4 (二)

2018 年花蓮地震的省思

鍾立來
國家地震工程研究中心

2018花蓮地震



圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

中 央 氣 象 局 地 震 報 告

編號： 第107022號

日期： 107 年 2 月 6 日

時間： 23 時 50 分 41.6 秒

位置： 北緯 24.1 度，東經 121.73 度
即在 花蓮縣政府東北方 16.5 公里
位於 臺灣東部海域

地震深度： 6.3 公里

芮氏規模： 6.2

各地最大震度

花蓮縣太魯閣	7級	嘉義市	3級
花蓮縣花蓮市	7級	南投縣南投市	3級
宜蘭縣南澳	7級	苗栗縣竹南	3級
南投縣合歡山	5級	臺南市佳里	3級
臺中市德基	4級	臺中市	2級
雲林縣草嶺	4級	基隆市	2級
桃園市三光	3級	苗栗縣苗栗市	2級
宜蘭縣宜蘭市	3級	新北市石門	2級
臺東縣長濱	3級	新北市萬里	2級
新北市	3級	高雄市桃源	2級
臺北市信義區	3級	臺東縣臺東市	2級
臺北市	3級	新竹市	2級
新竹縣竹北市	3級	臺南市	2級
嘉義縣阿里山	3級	屏東縣九如	2級
彰化縣彰化市	3級	屏東縣屏東市	2級
雲林縣斗六市	3級	桃園市	2級

2018花蓮地震


白金雙星
吾居吾宿大樓(9層樓)
白金雙星大樓(6層樓)
吾居吾宿
雲門翠堤
雲門翠堤大樓(12層樓)
米崙斷層
統帥飯店
統帥大飯店(11層樓)
遠東百貨
遠東百貨舊館(11層樓)

2018花蓮地震

雲門翠堤
12層樓

2018花蓮地震

統帥飯店
11層樓

2018花蓮地震

白金雙星
6層樓

2018花蓮地震

吾居吾宿
9層樓

2018花蓮地震

遠東百貨
12層樓

2018花蓮地震

災損點 / 測站	距離, km (方位角, 度)				
	雲門翠堤	統帥飯店	白金雙星	吾居吾宿	遠東百貨
007	1.936 (95.6)	1.768 (55.9)	1.973 (116.4)	1.967 (115.6)	2.359 (59.8)
008	0.445 (257.0)	1.403 (320.3)	0.987 (217.0)	0.962 (217.6)	1.317 (345.8)
009	1.548 (81.4)	1.769 (37.1)	1.445 (108.4)	1.442 (107.3)	2.299 (45.6)
010	1.191 (202.9)	0.931 (275.1)	1.891 (199.3)	1.864 (199.4)	0.451 (308.4)
011	1.492 (301.8)	2.625 (318.6)	1.431 (273.9)	1.427 (275.0)	2.453 (331.9)
013	1.665 (212.4)	1.373 (260.4)	2.344 (206.6)	2.318 (206.8)	0.781 (267.8)
014	1.889 (184.8)	0.940 (221.4)	2.591 (187.1)	2.564 (187.0)	0.508 (185.4)
019	1.594 (156.5)	0.333 (148.8)	2.203 (167.5)	2.178 (167.2)	0.751 (96.5)
050	1.572 (265.4)	3.060 (297.4)	1.910 (244.7)	1.893 (245.4)	1.919 (310.6)
062	1.586 (126.4)	0.847 (73.7)	1.976 (145.6)	1.957 (145.0)	1.454 (72.6)
063	1.565 (292.0)	2.604 (312.7)	1.614 (266.4)	1.606 (267.3)	2.377 (325.7)

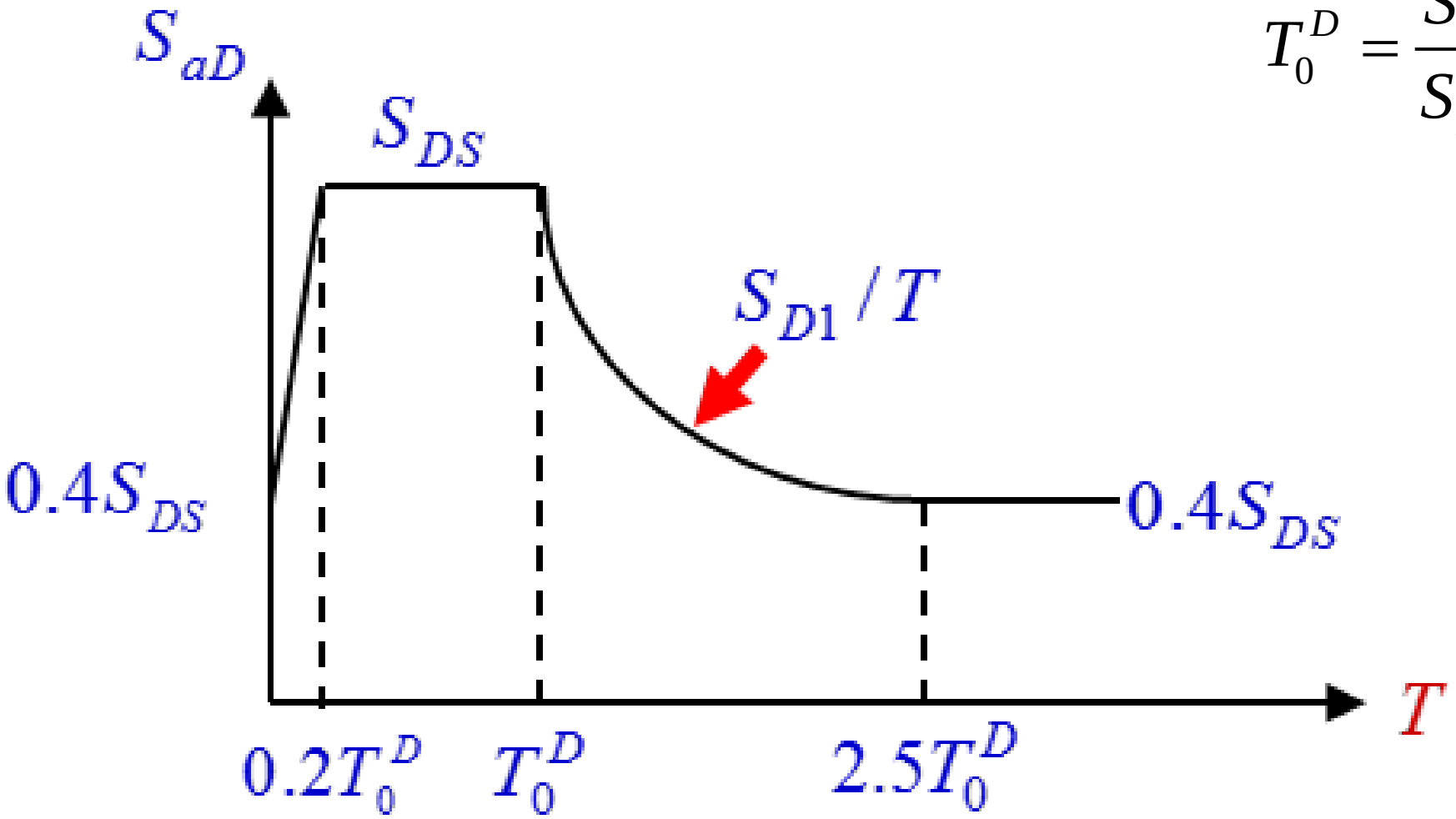
災損點及鄰近測站之位置

設計譜加速度

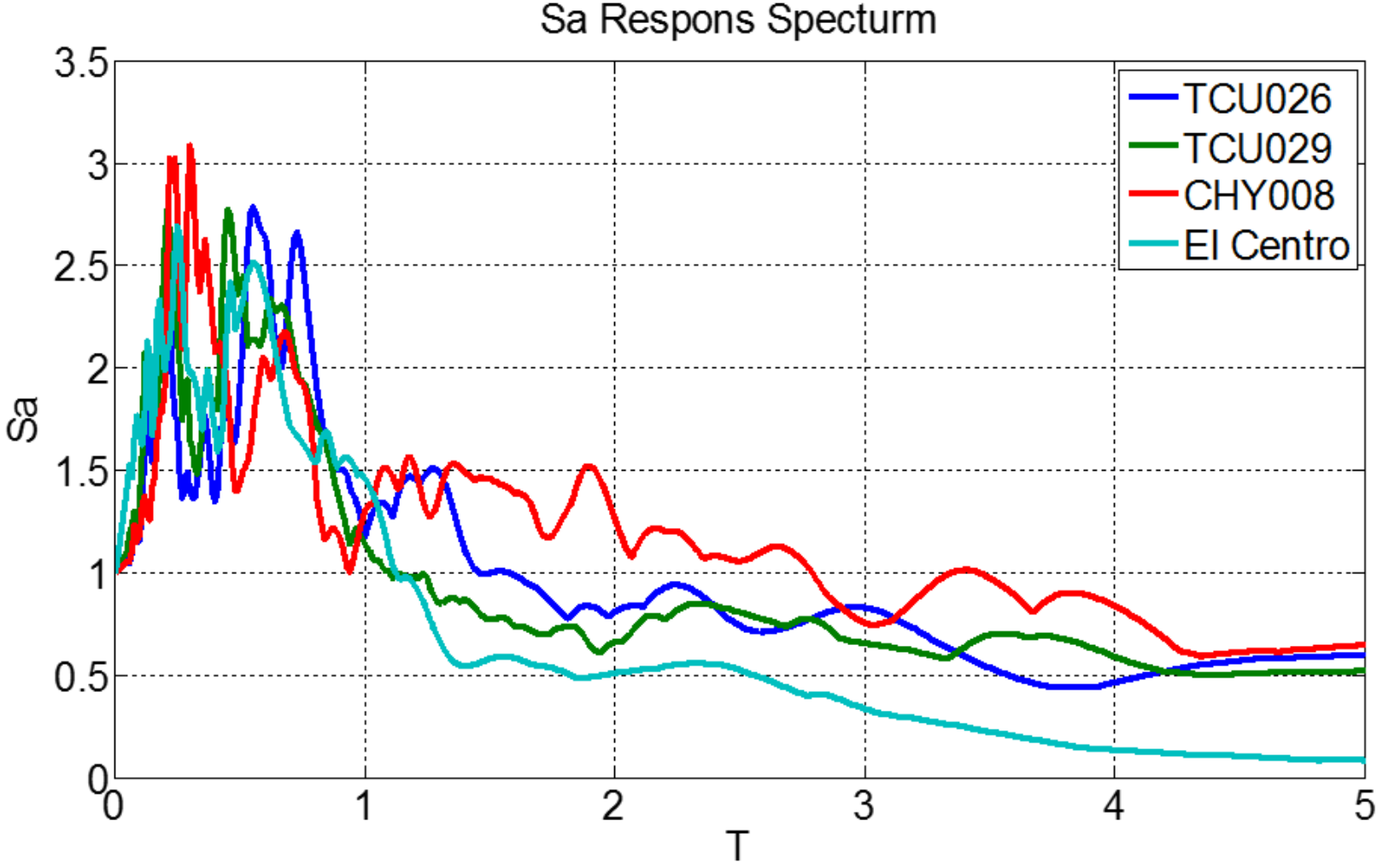
S_{DS}：工址短週期設計譜加速度

S_{D1}：工址短週期設計譜加速度

$$T_0^D = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$



地震紀錄之譜加速度

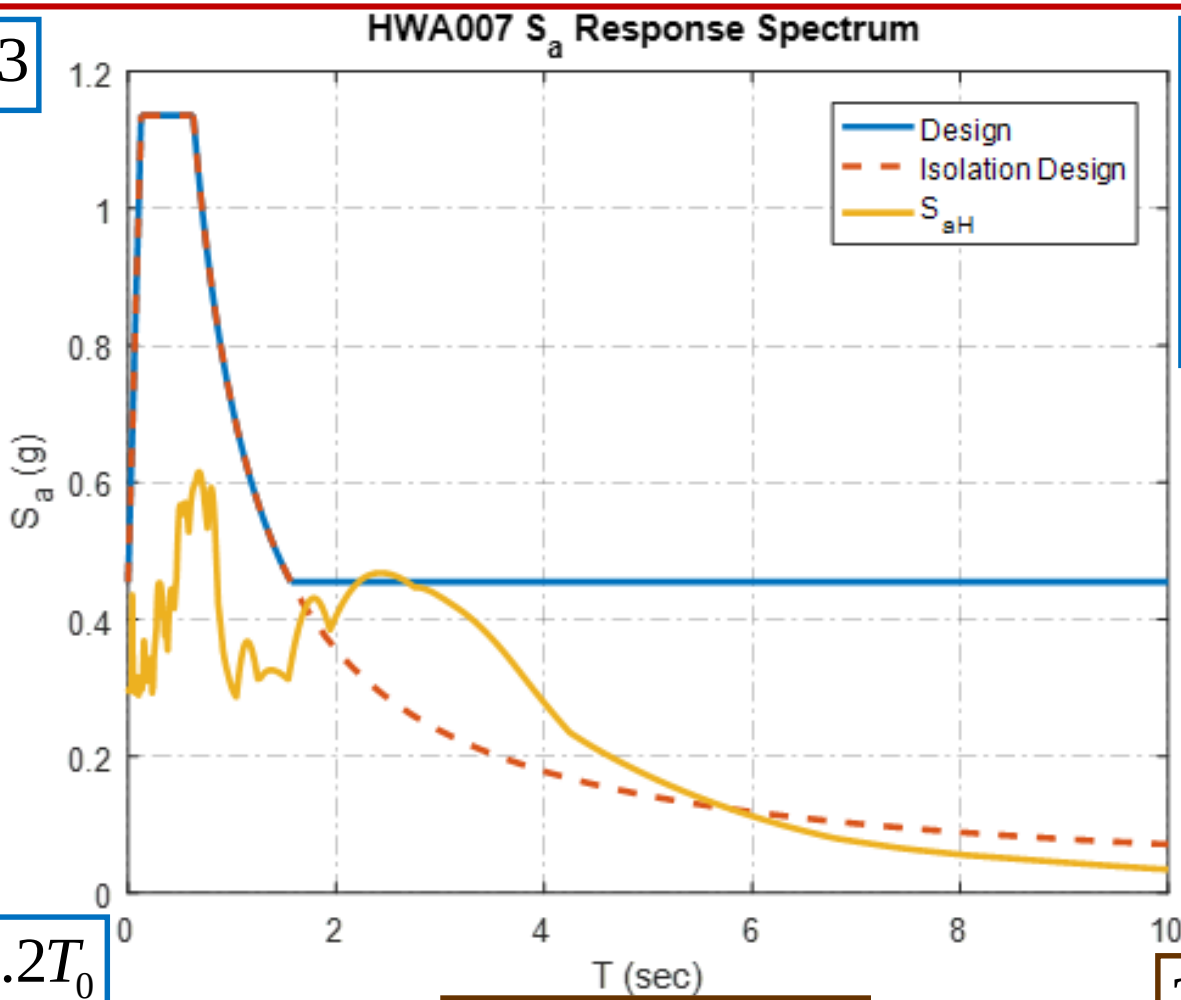


$$S_{aH}(T_i) = \max\ S_{aN}(T_i),\ S_{aE}(T_i)\ ,\quad 0 \le T_i \le 5\ s$$

$$Q(T) = \frac{S_{aH}(T)}{S_{aD}(T)},\ 0 \le T \le 5\ s$$

HWA007

$Q(0) = 0.6483$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2563$
$Q_{\max} = 0.5204$
$\bar{Q} = 0.3845$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.4180$
$Q_{\max} = 0.7328$
$\bar{Q} = 0.5713$

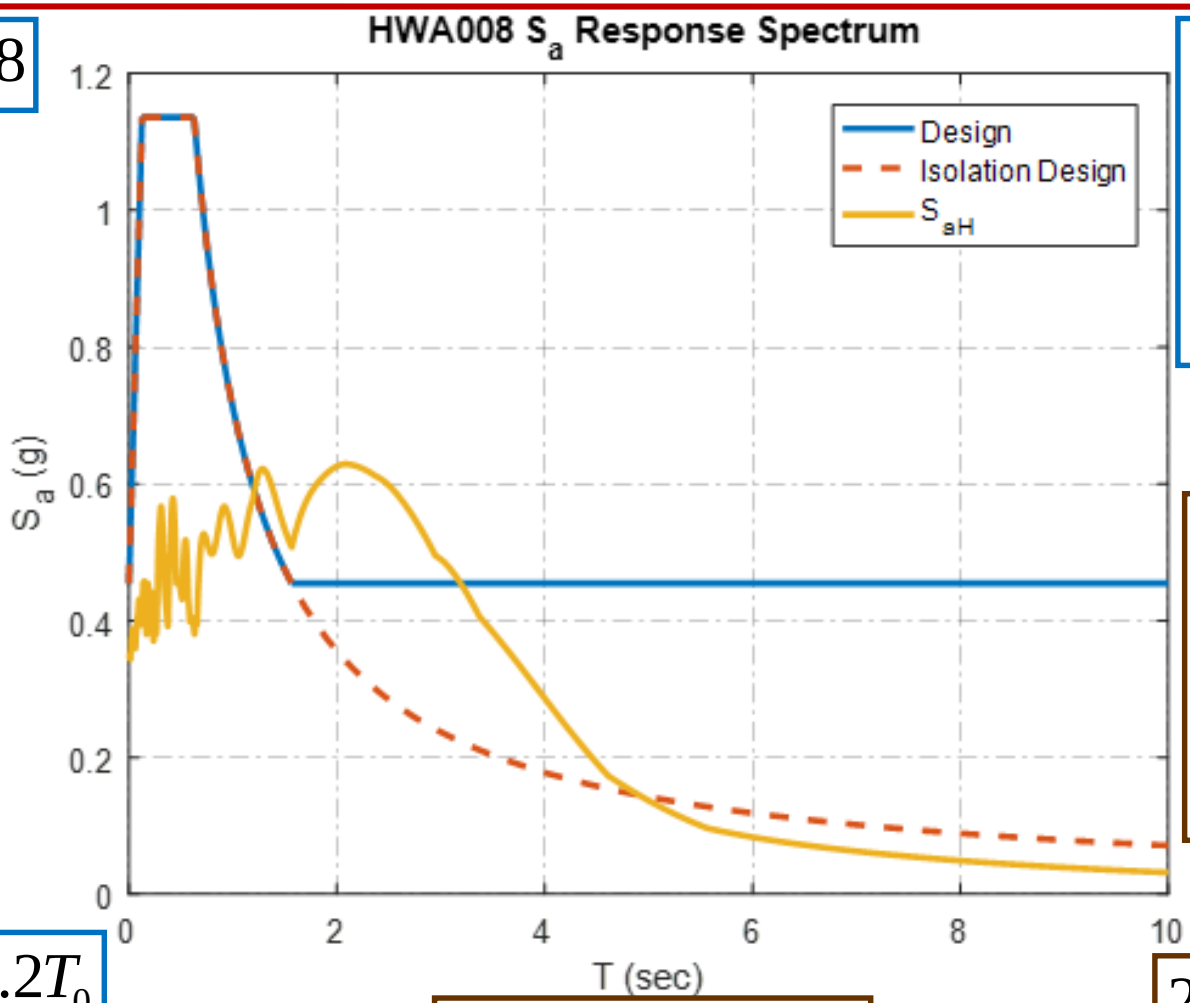
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.2711$
$Q_{\max} = 0.6651$
$\bar{Q} = 0.4183$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\text{iso,min}} = 0.7352$
$Q_{\text{iso,max}} = 1.8606$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.5002$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\min} = 0.3772$
$Q_{\max} = 1.0289$
$\bar{Q} = 0.7729$

HWA008

$Q(0) = 0.7548$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.3259$
$Q_{\max} = 0.5096$
$\bar{Q} = 0.4035$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.3365$
$Q_{\max} = 1.1537$
$\bar{Q} = 0.8455$

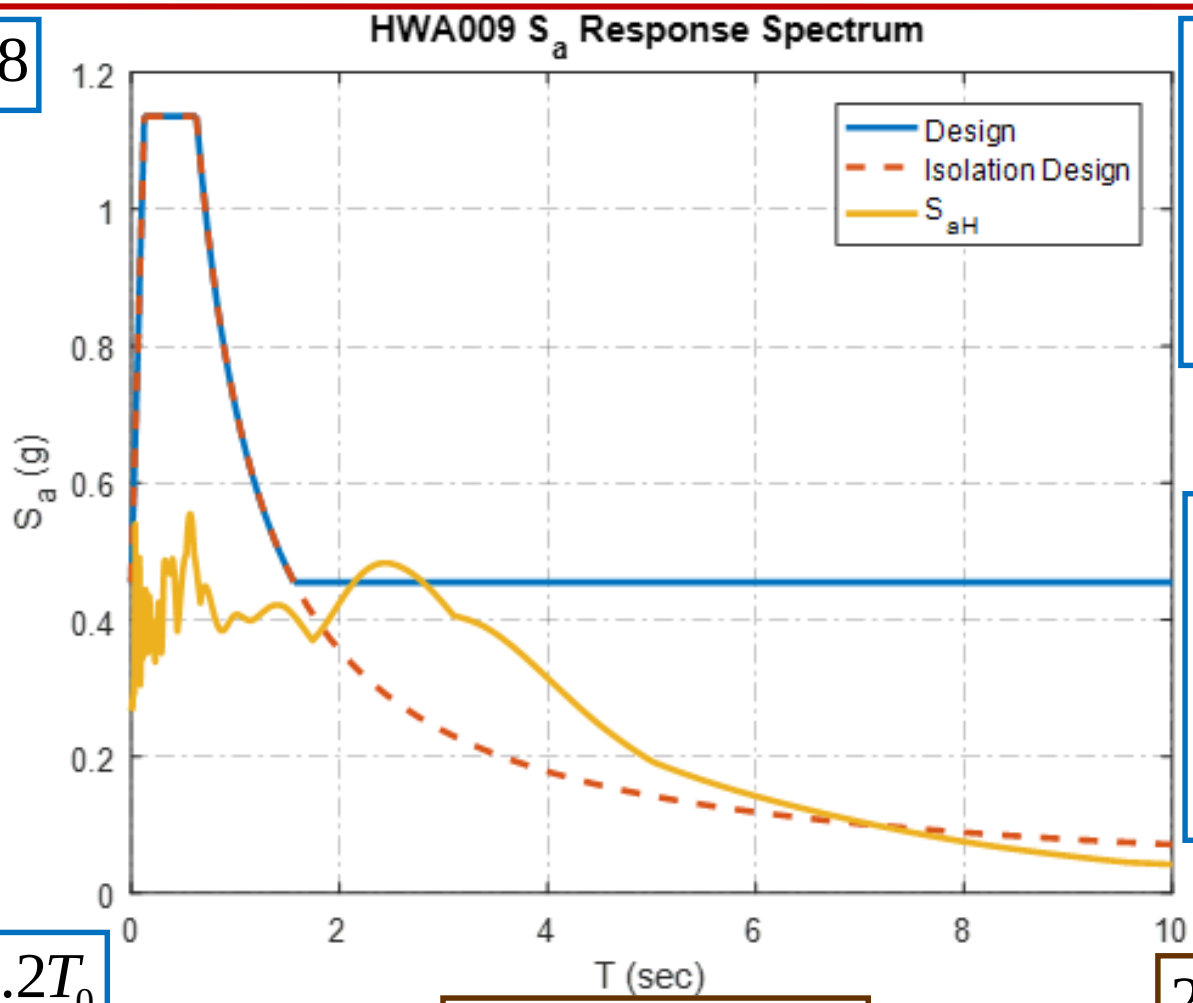
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.3603$
$Q_{\max} = 0.7548$
$\bar{Q} = 0.5104$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\text{iso,min}} = 0.9625$
$Q_{\text{iso,max}} = 2.1282$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.6875$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\min} = 0.3013$
$Q_{\max} = 1.3839$
$\bar{Q} = 0.9120$

HWA009

$Q(0) = 0.5878$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2977$
$Q_{\max} = 0.4883$
$\bar{Q} = 0.3932$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.3964$
$Q_{\max} = 0.8924$
$\bar{Q} = 0.6336$

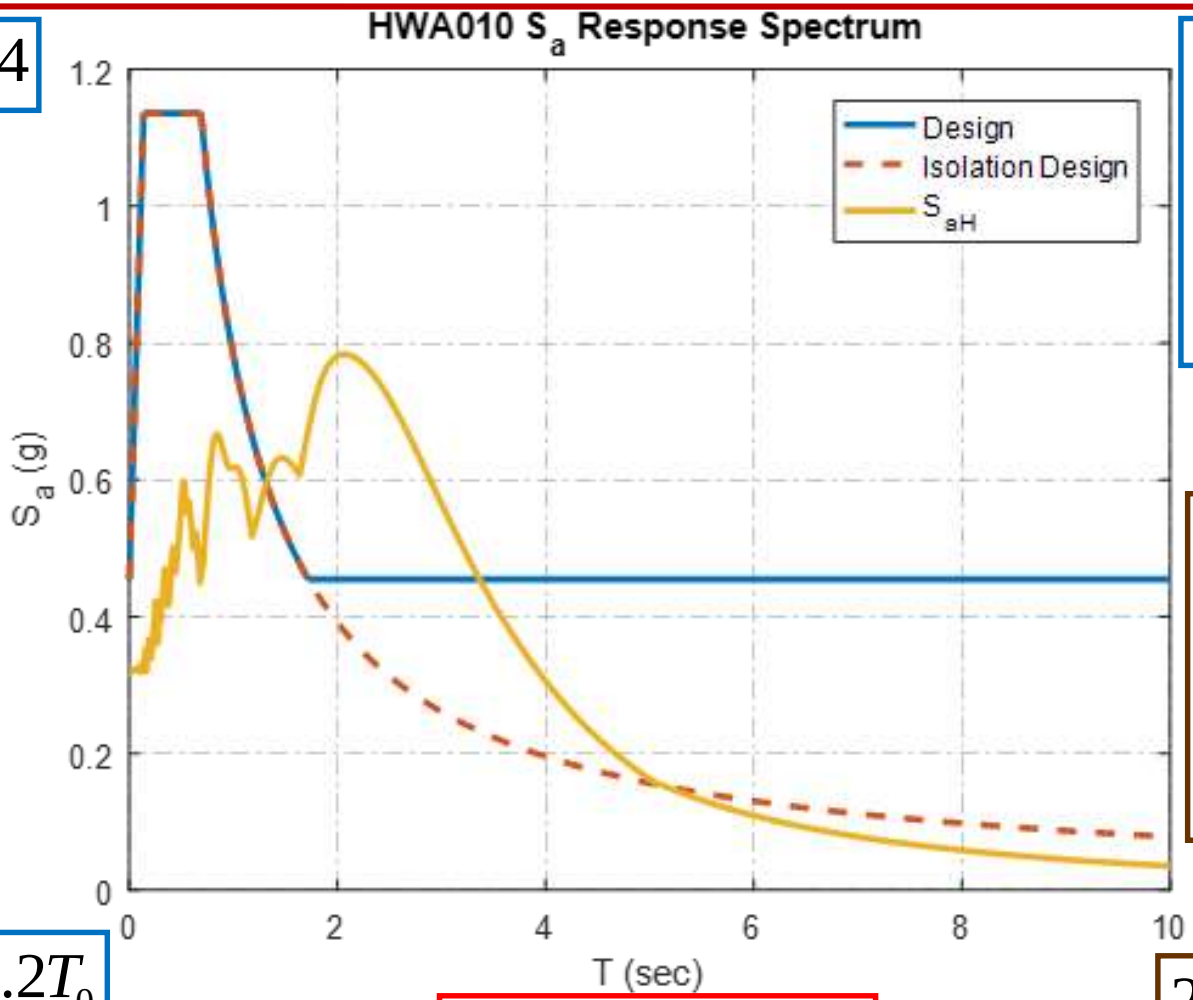
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.3171$
$Q_{\max} = 0.8129$
$\bar{Q} = 0.4731$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\text{iso,min}} = 0.8926$
$Q_{\text{iso,max}} = 1.8693$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.5841$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\min} = 0.4252$
$Q_{\max} = 1.0621$
$\bar{Q} = 0.8043$

HWA010

$Q(0) = 0.7044$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2807$
$Q_{\max} = 0.5267$
$\bar{Q} = 0.4067$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.4052$
$Q_{\max} = 1.4793$
$\bar{Q} = 0.9360$

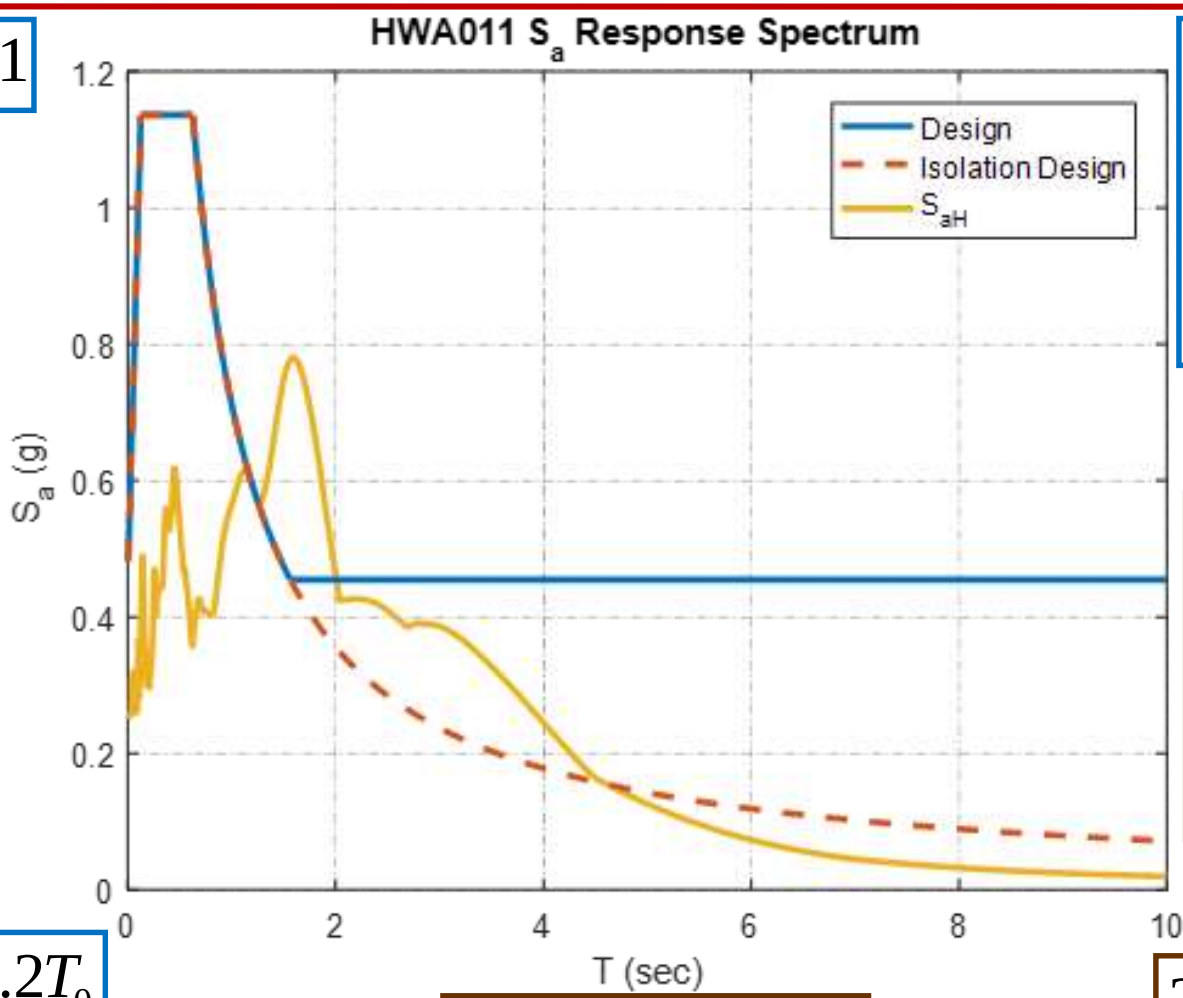
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.2925$
$Q_{\max} = 0.7044$
$\bar{Q} = 0.4353$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\text{iso,min}} = 1.0418$
$Q_{\text{iso,max}} = 2.2992$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.7929$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\min} = 0.3587$
$Q_{\max} = 1.7247$
$\bar{Q} = 1.0484$

HWA011

$Q(0) = 0.5561$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2602$
$Q_{\max} = 0.5446$
$\bar{Q} = 0.4049$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.3221$
$Q_{\max} = 1.7091$
$\bar{Q} = 0.9038$

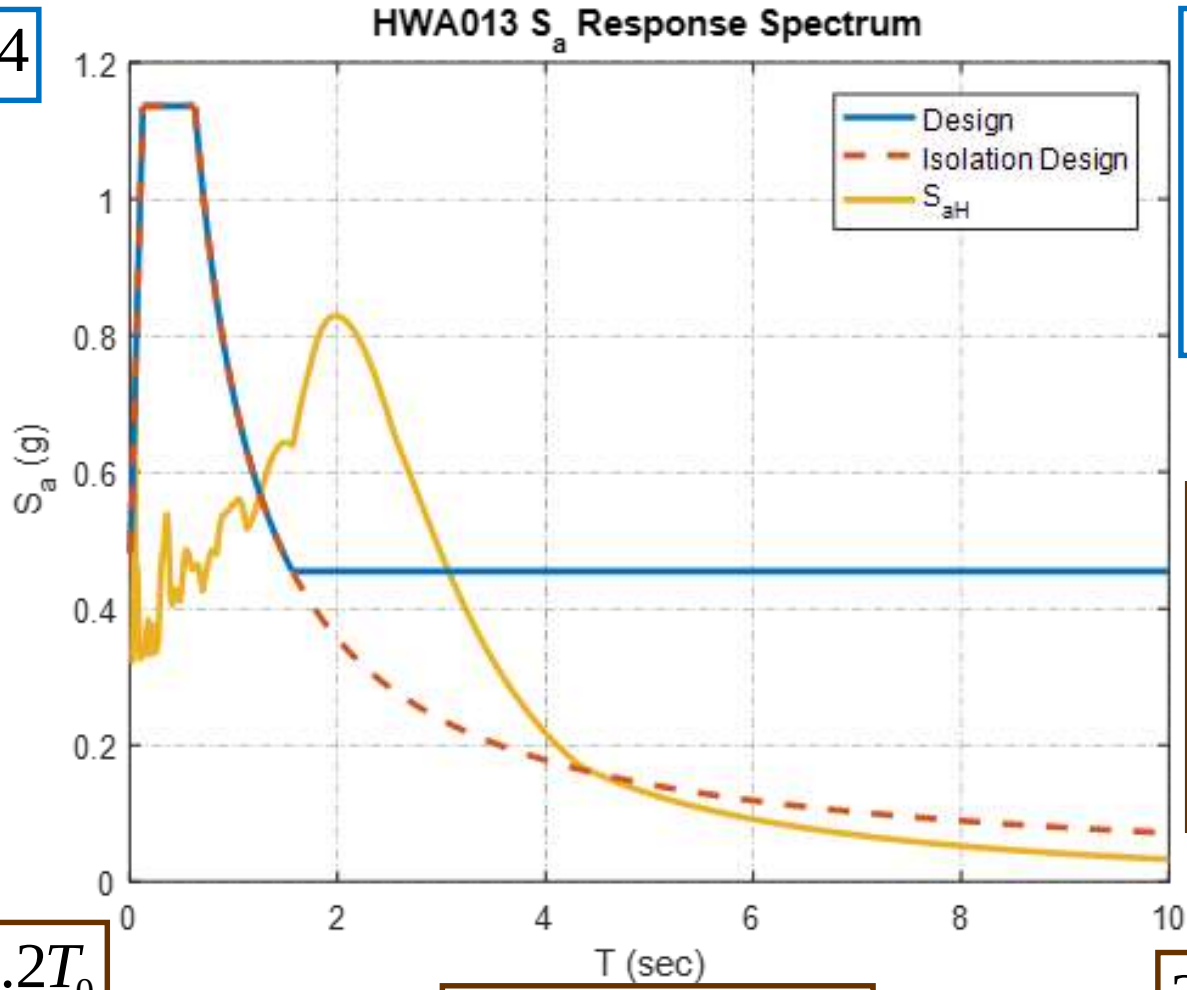
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.2633$
$Q_{\max} = 0.5562$
$\bar{Q} = 0.3722$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\text{iso,min}} = 0.8843$
$Q_{\text{iso,max}} = 1.7866$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.3982$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\min} = 0.2768$
$Q_{\max} = 1.7170$
$\bar{Q} = 0.7645$

HWA013

$Q(0) = 0.7084$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2790$
$Q_{\max} = 0.5955$
$\bar{Q} = 0.4473$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.4071$
$Q_{\max} = 1.4056$
$\bar{Q} = 0.8700$

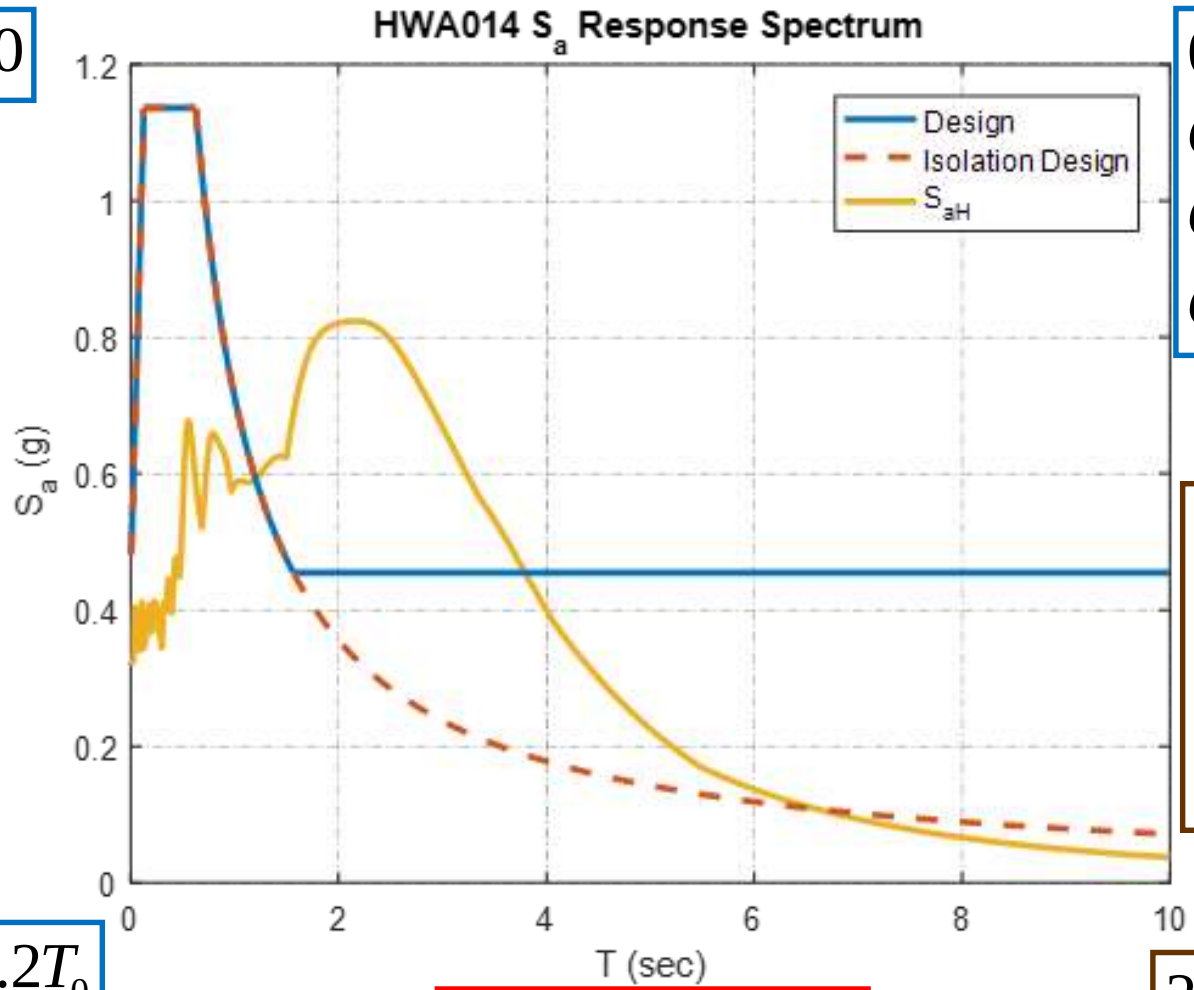
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.2931$
$Q_{\max} = 1.0536$
$\bar{Q} = 0.5356$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\text{iso,min}} = 0.9037$
$Q_{\text{iso,max}} = 2.4628$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.6771$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\min} = 0.2834$
$Q_{\max} = 1.8248$
$\bar{Q} = 0.9598$

HWA014

$Q(0) = 0.7110$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2924$
$Q_{\max} = 0.4737$
$\bar{Q} = 0.3750$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.4954$
$Q_{\max} = 1.5185$
$\bar{Q} = 0.9424$

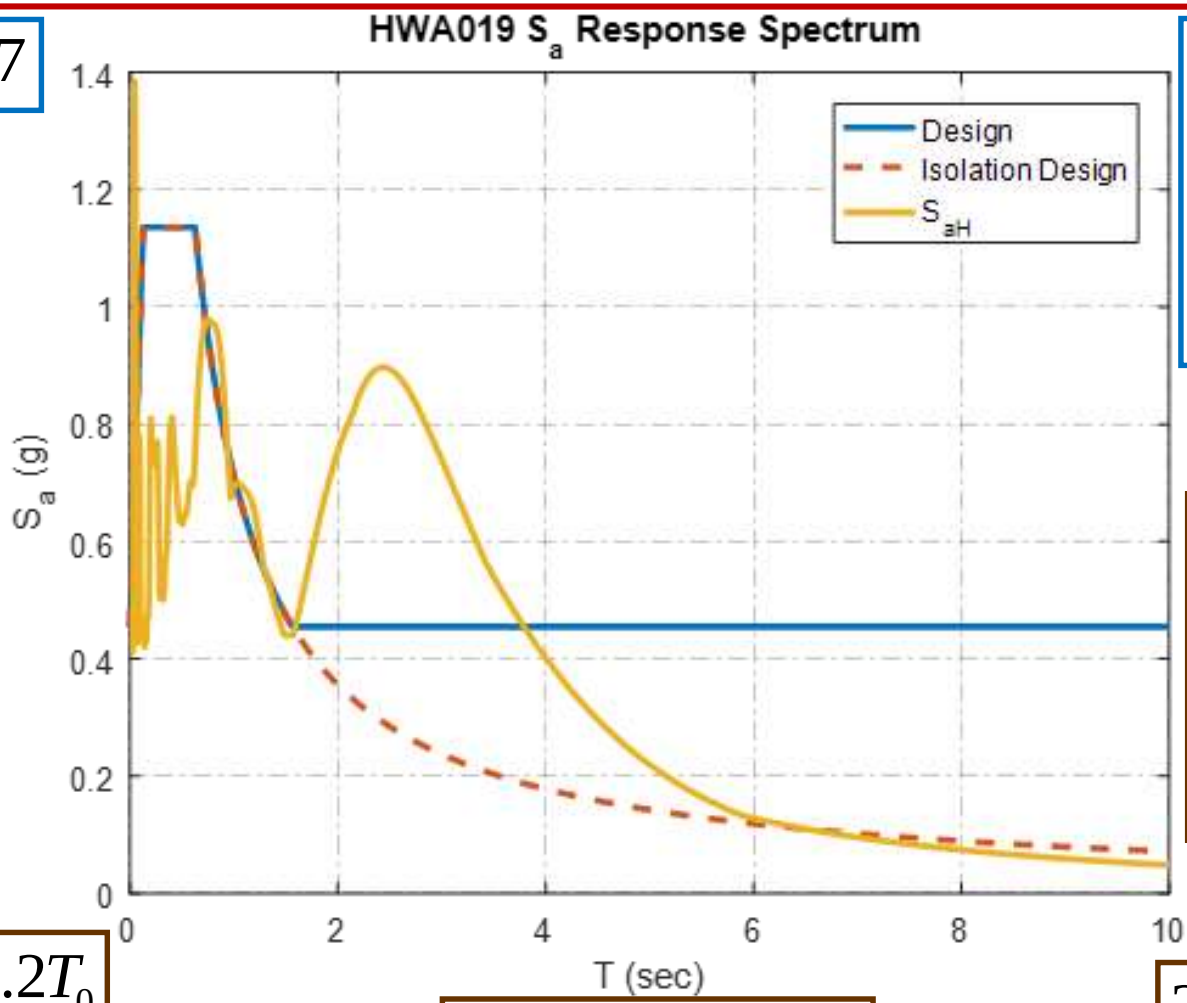
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.3037$
$Q_{\max} = 0.7111$
$\bar{Q} = 0.4754$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\text{iso,min}} = 1.5311$
$Q_{\text{iso,max}} = 2.8453$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 2.3387$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\min} = 0.4958$
$Q_{\max} = 1.8126$
$\bar{Q} = 1.2499$

HWA019

$Q(0) = 0.9047$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.3665$
$Q_{\max} = 0.7148$
$\bar{Q} = 0.5713$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.6607$
$Q_{\max} = 1.1329$
$\bar{Q} = 1.0048$

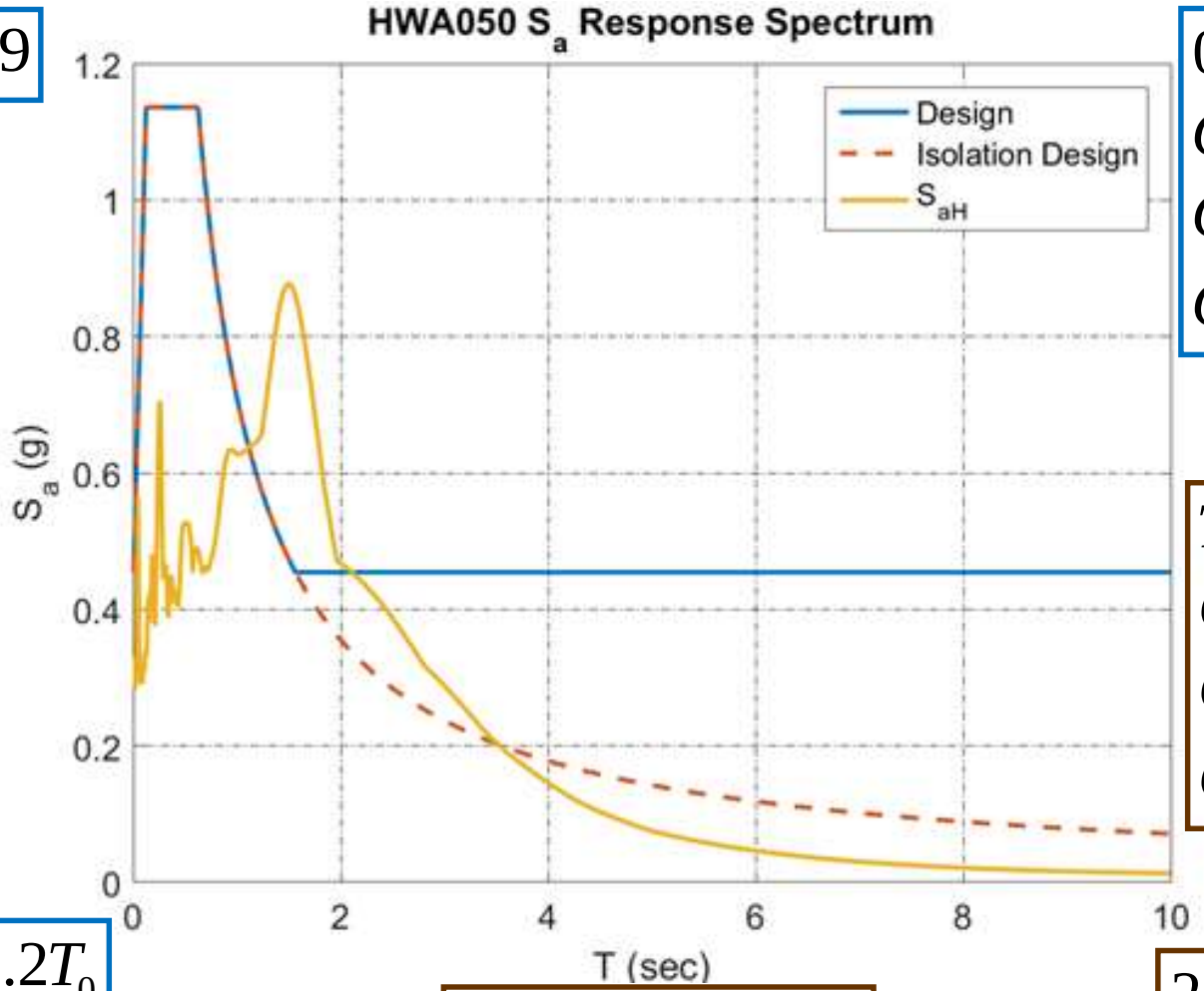
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.3957$
$Q_{\max} = 1.9901$
$\bar{Q} = 0.8219$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\text{iso,min}} = 0.9683$
$Q_{\text{iso,max}} = 3.2350$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 2.3796$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\min} = 0.4831$
$Q_{\max} = 1.9744$
$\bar{Q} = 1.2527$

HWA050

$Q(0) = 0.6259$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2911$
$Q_{\max} = 0.6210$
$\bar{Q} = 0.4152$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.4267$
$Q_{\max} = 1.8883$
$\bar{Q} = 1.0565$

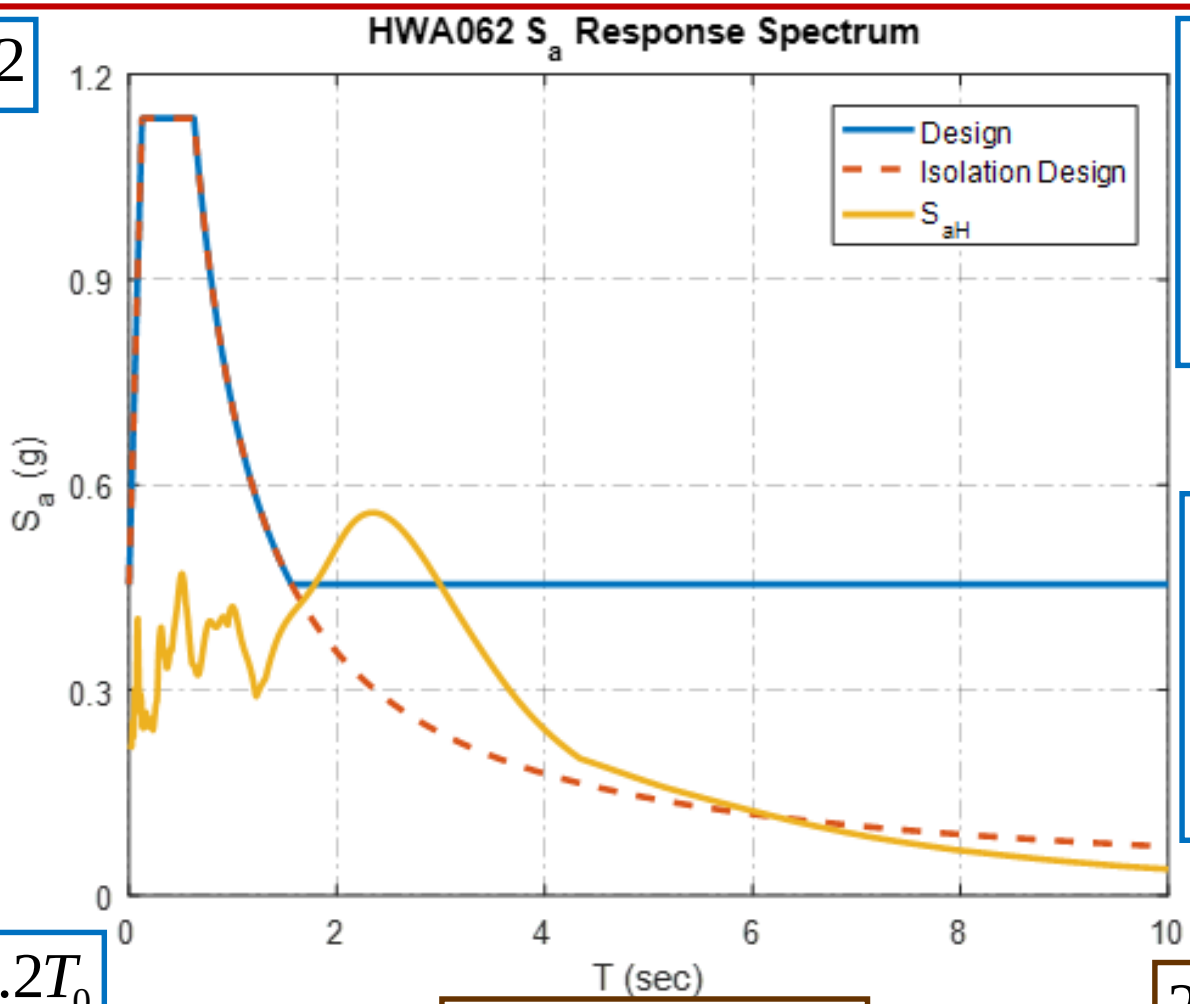
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.2962$
$Q_{\max} = 0.8310$
$\bar{Q} = 0.4637$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\text{iso,min}} = 0.5287$
$Q_{\text{iso,max}} = 1.8888$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.0780$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\min} = 0.1656$
$Q_{\max} = 1.8887$
$\bar{Q} = 0.6303$

HWA062

$Q(0) = 0.4692$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2124$
$Q_{\max} = 0.4138$
$\bar{Q} = 0.3077$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.2958$
$Q_{\max} = 0.8994$
$\bar{Q} = 0.5641$

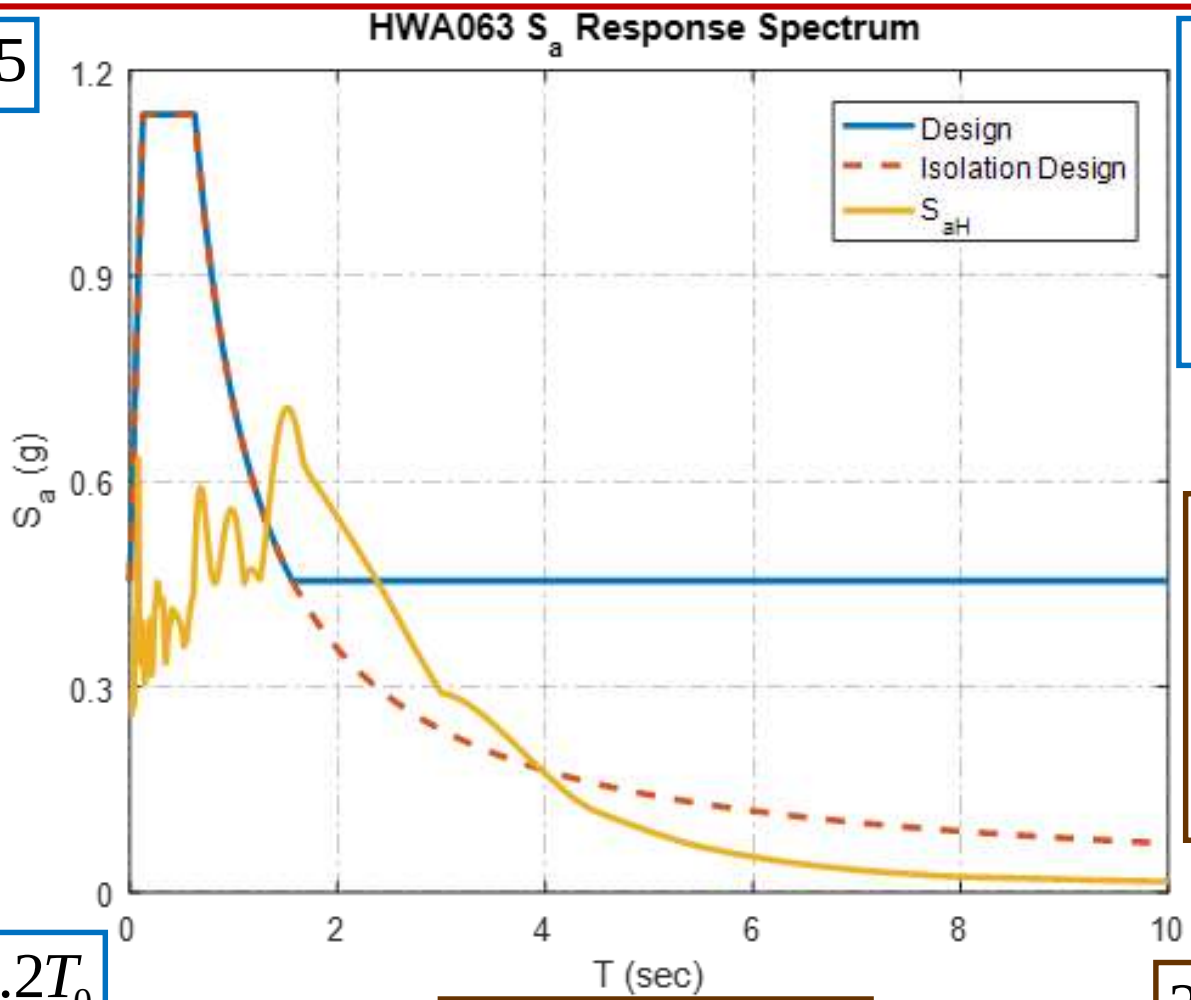
$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.2180$
$Q_{\max} = 0.4503$
$\bar{Q} = 0.3551$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\text{iso,min}} = 0.9044$
$Q_{\text{iso,max}} = 1.9790$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.5182$

$2.5T_0 < T \le 5$ s
$Q_{\min} = 0.3646$
$Q_{\max} = 1.2308$
$\bar{Q} = 0.8076$

HWA063

$Q(0) = 0.5695$



$0.2T_0 < T \le T_0$
$Q_{\min} = 0.2689$
$Q_{\max} = 0.4268$
$\bar{Q} = 0.3425$

$T_0 < T \le 2.5T_0$
$Q_{\min} = 0.4454$
$Q_{\max} = 1.5350$
$\bar{Q} = 0.8555$

$0.02\text{s} < T \le 0.2T_0$
$Q_{\min} = 0.3090$
$Q_{\max} = 0.7232$
$\bar{Q} = 0.4715$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\text{iso,min}} = 0.6267$
$Q_{\text{iso,max}} = 1.5472$
$\bar{Q}_{\text{iso}} = 1.1781$

$2.5T_0 < T \le 5\ \text{s}$
$Q_{\min} = 0.1963$
$Q_{\max} = 1.5356$
$\bar{Q} = 0.6723$

振動週期 $T = 0$

測站 HWA	$Q(0)$
007	0.6483
008	0.7548
009	0.5878
010	0.7044
011	0.5561
013	0.7084
014	0.7110
019	0.9047
050	0.6259
062	0.4692
063	0.5695
平均值	0.6582
標準差	0.1173
變異係數	17.00%

振動週期 $0.02s \leq T \leq T_0$

測站 HWA	Q_{min}	Q_{max}	$\bar{Q}$
007	0.2711	0.6651	0.4183
008	0.3603	0.7548	0.5104
009	0.3171	0.8129	0.4731
010	0.2925	0.7044	0.4353
011	0.2633	0.5562	0.3722
013	0.2931	1.0536	0.5356
014	0.3037	0.7111	0.4754
019	0.3957	1.9901	0.8219
050	0.2962	0.8310	0.4637
062	0.2180	0.4503	0.3551
063	0.3090	0.7232	0.4715
平均值	0.3018	0.8412	0.4848
標準差	0.0471	0.4109	0.1241
變異係數	14.87%	46.57%	24.42%

振動週期 $T_0 \le T \le 2.5T_0$

測站 HWA	Q_{min}	Q_{max}	$\bar{Q}$
007	0.4180	0.7328	0.5713
008	0.3365	1.1537	0.8455
009	0.3964	0.8924	0.6336
010	0.4052	1.4793	0.9360
011	0.3221	1.7091	0.9038
013	0.4071	1.4056	0.8700
014	0.4954	1.5185	0.9424
019	0.6607	1.1329	1.0048
050	0.4267	1.8883	1.0565
062	0.2958	0.8994	0.5641
063	0.4454	1.5350	0.8555
平均值	0.4190	1.3043	0.8349
標準差	0.0986	0.3684	0.1702
變異係數	22.44%	26.93%	19.44%

振動週期 $2.5T_0 \leq T \leq 5$ s

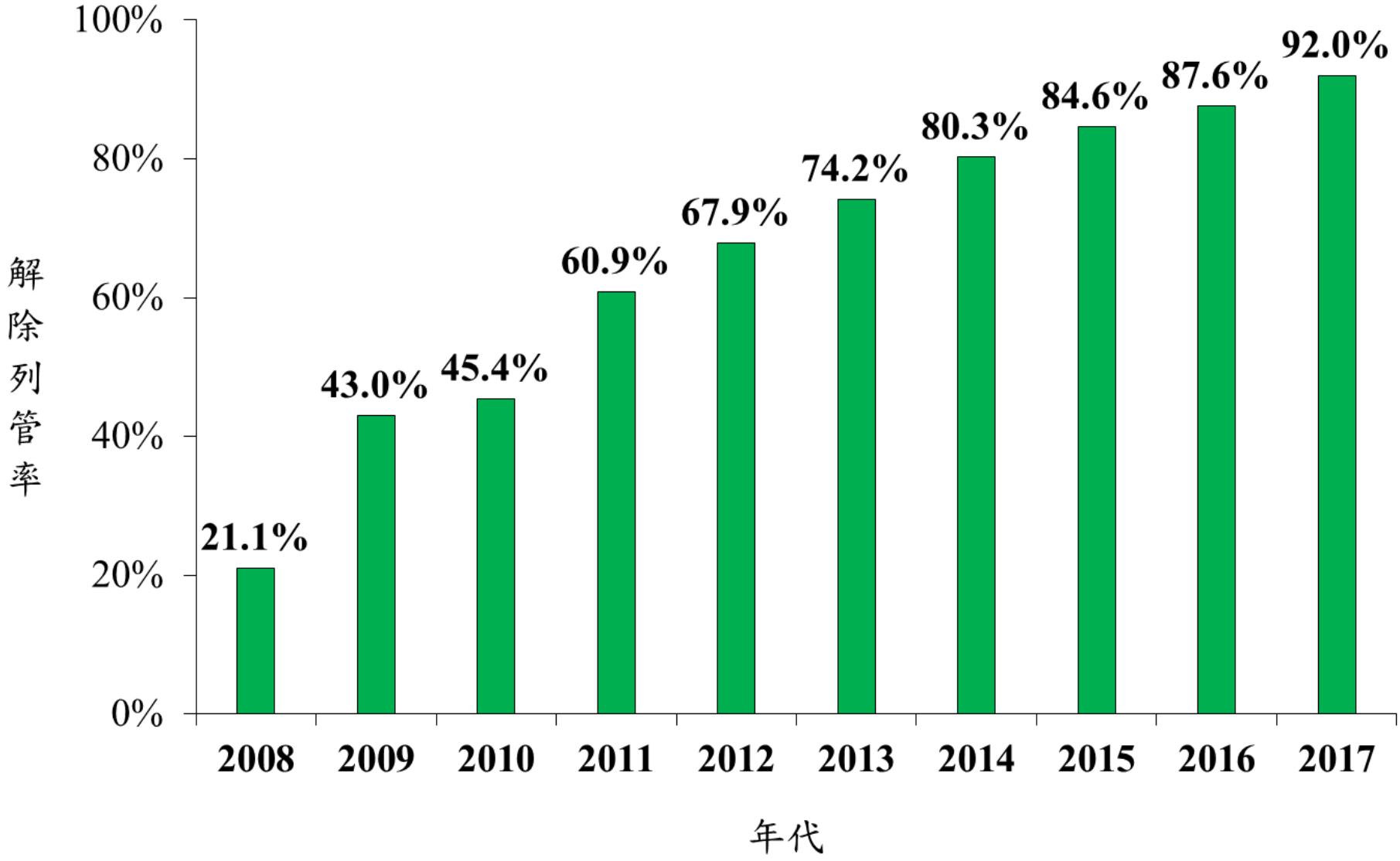
測站 HWA	Q_{min}	Q_{max}	$\bar{Q}$
007	0.3772	1.0289	0.7729
008	0.3013	1.3839	0.9120
009	0.4252	1.0621	0.8043
010	0.3587	1.7247	1.0484
011	0.2768	1.7170	0.7645
013	0.2834	1.8248	0.9598
014	0.4958	1.8126	1.2499
019	0.4831	1.9744	1.2527
050	0.1656	1.8887	0.6303
062	0.3646	1.2308	0.8076
063	0.1963	1.5356	0.6723
平均值	0.3389	1.5621	0.8977
標準差	0.1068	0.3370	0.2120
變異係數	30.05%	20.57%	22.51%

隔震週期 $2.5T_0 \leq T \leq 5$ s

測站 HWA	$Q_{iso,min}$	$Q_{iso,max}$	$\bar{Q}_{iso}$
007	0.7352	1.8606	1.5002
008	0.9625	2.1282	1.6875
009	0.8926	1.8693	1.5841
010	1.0418	2.2992	1.7929
011	0.8843	1.7866	1.3982
013	0.9037	2.4628	1.6771
014	1.5311	2.8453	2.3387
019	0.9683	3.2350	2.3796
050	0.5287	1.8888	1.0780
062	0.9044	1.9790	1.5182
063	0.6267	1.5472	1.1781
平均值	0.9072	2.1729	1.6484
標準差	0.2582	0.5031	0.4107
變異係數	27.13%	22.07%	23.75%

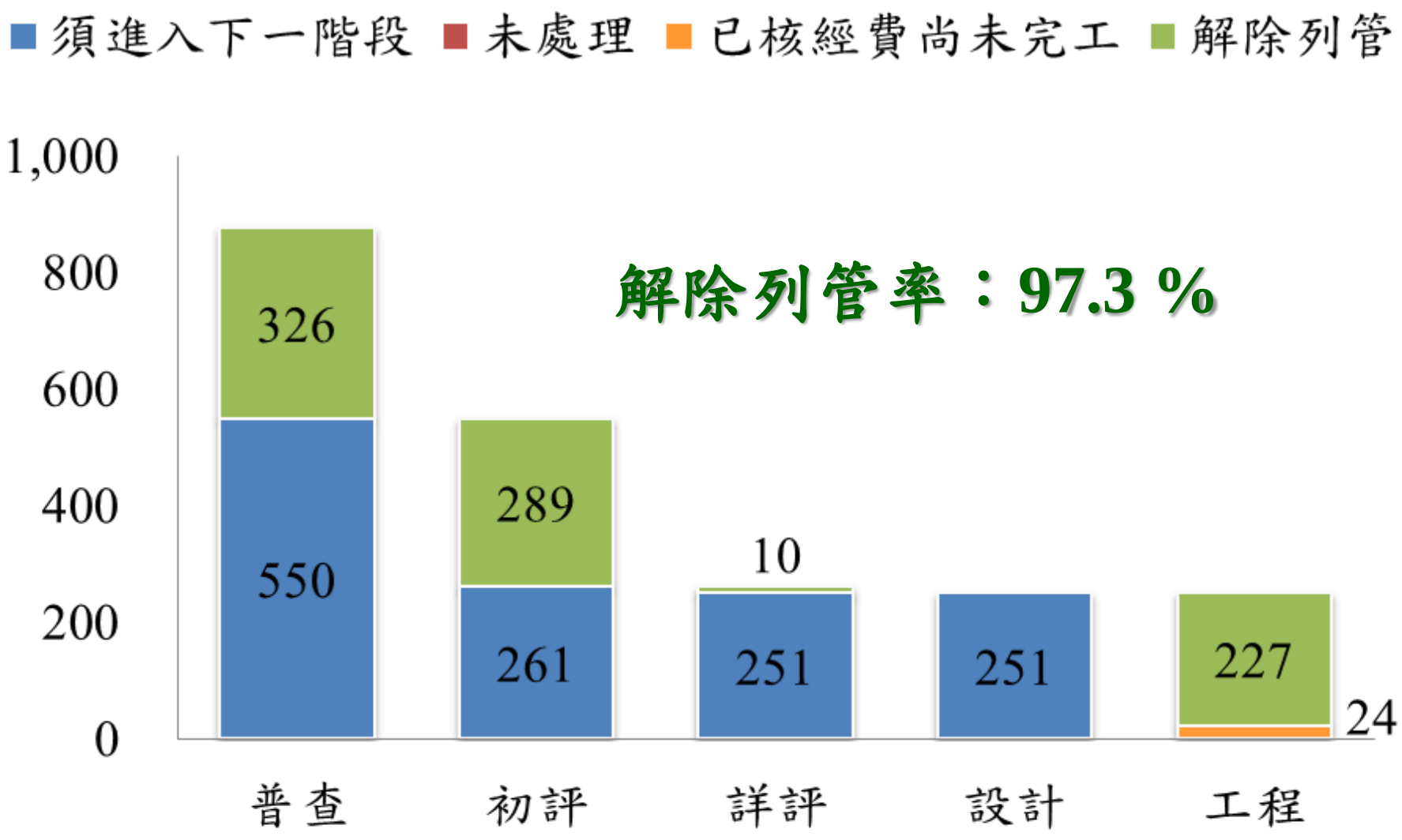
2018花蓮地震

全國校舍耐震能力歷年解除列管率



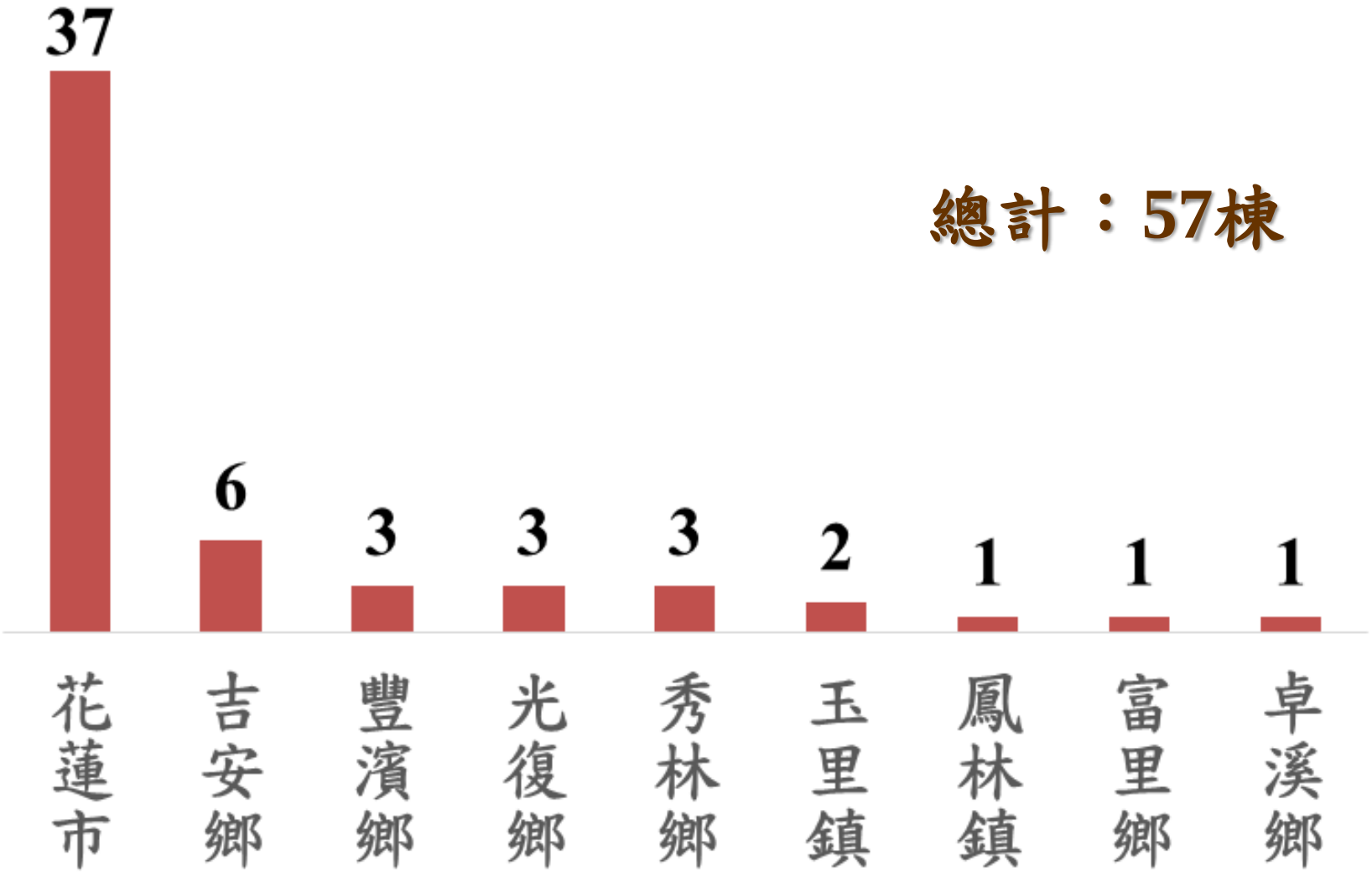
2018花蓮地震

花蓮縣公立國中小校舍執行現況



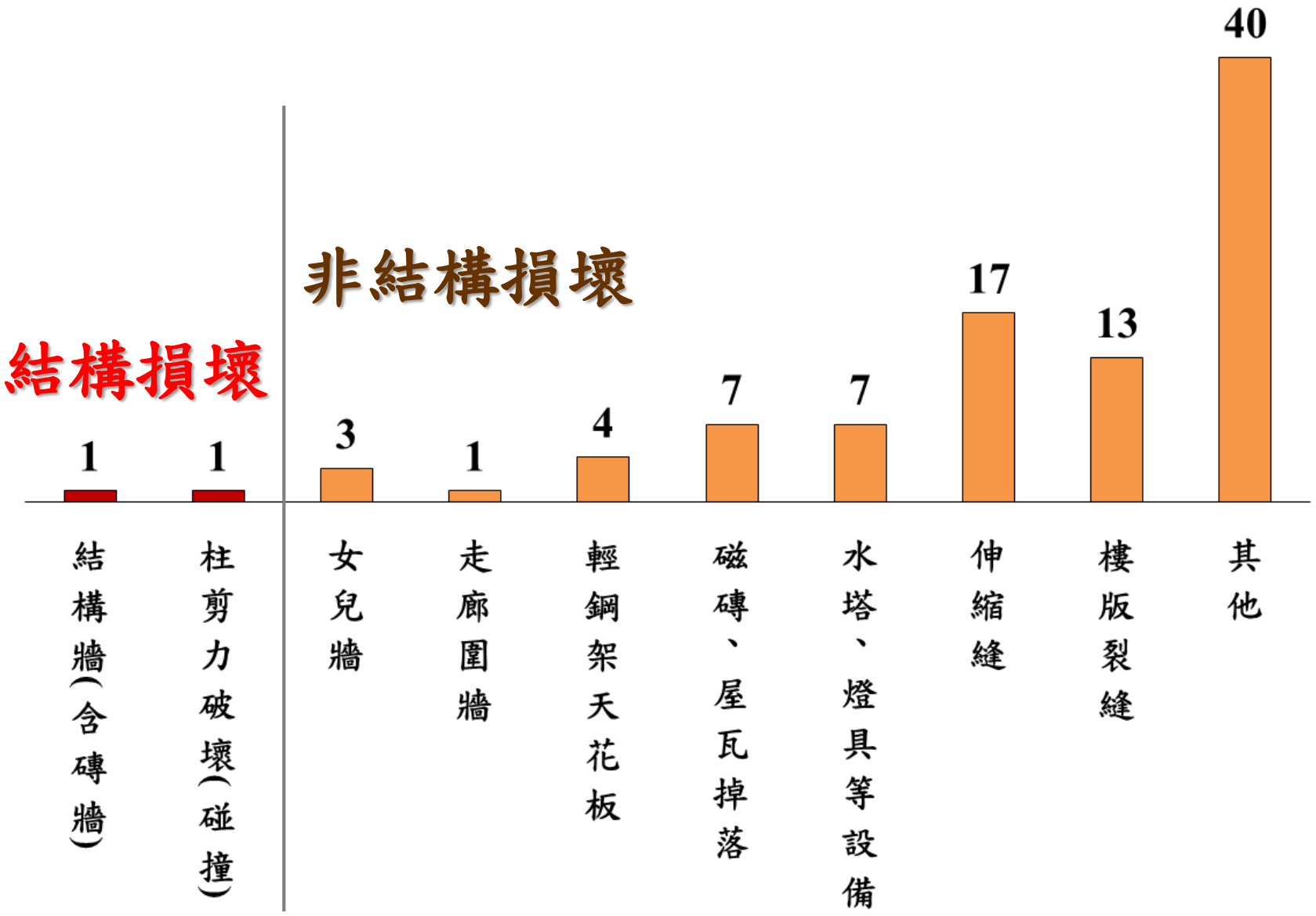
2018花蓮地震

花蓮縣各鄉鎮地區震損校舍棟數統計



總計：57棟

2018花蓮地震


結構損壞
非結構損壞
1
1
3
1
4
7
7
17
13
40
結構牆(含磚牆)
柱剪力破壞(碰撞)
女兒牆
走廊圍牆
輕鋼架天花板
磁磚、屋瓦掉落
水塔、燈具等設備
伸縮縫
樓版裂縫
其他

2018花蓮地震：校舍非結構損壞

櫥櫃、物品傾倒

圍牆傾倒

水塔損壞

2018花蓮地震：校舍結構損壞

明義國小

勘災結果：無破壞，
僅1F階梯磁磚多處鼓起破裂、伸縮縫產生裂縫

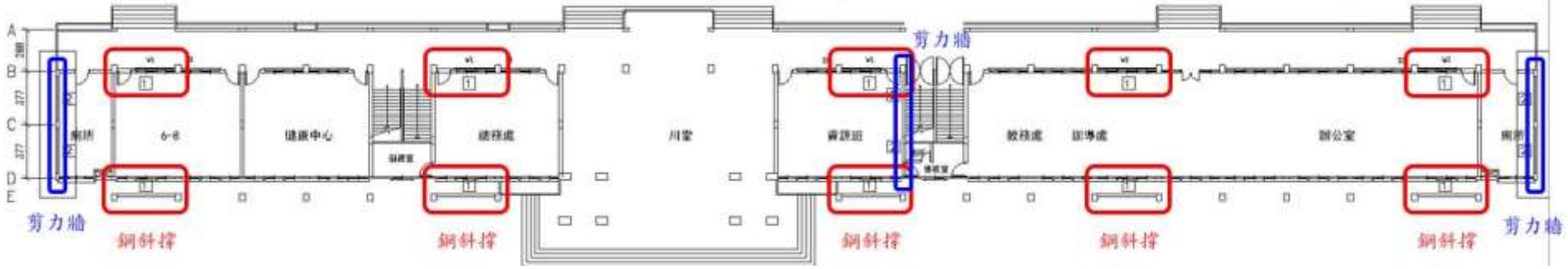
勘災結果：一樓兩旁廁所之管道間磚牆出現斜向剪力裂縫，

勘災結果：無破壞，
僅與仁愛樓1F坡道銜接處損壞

勘災結果：無破壞，
僅頂樓水塔傾倒

2018花蓮地震

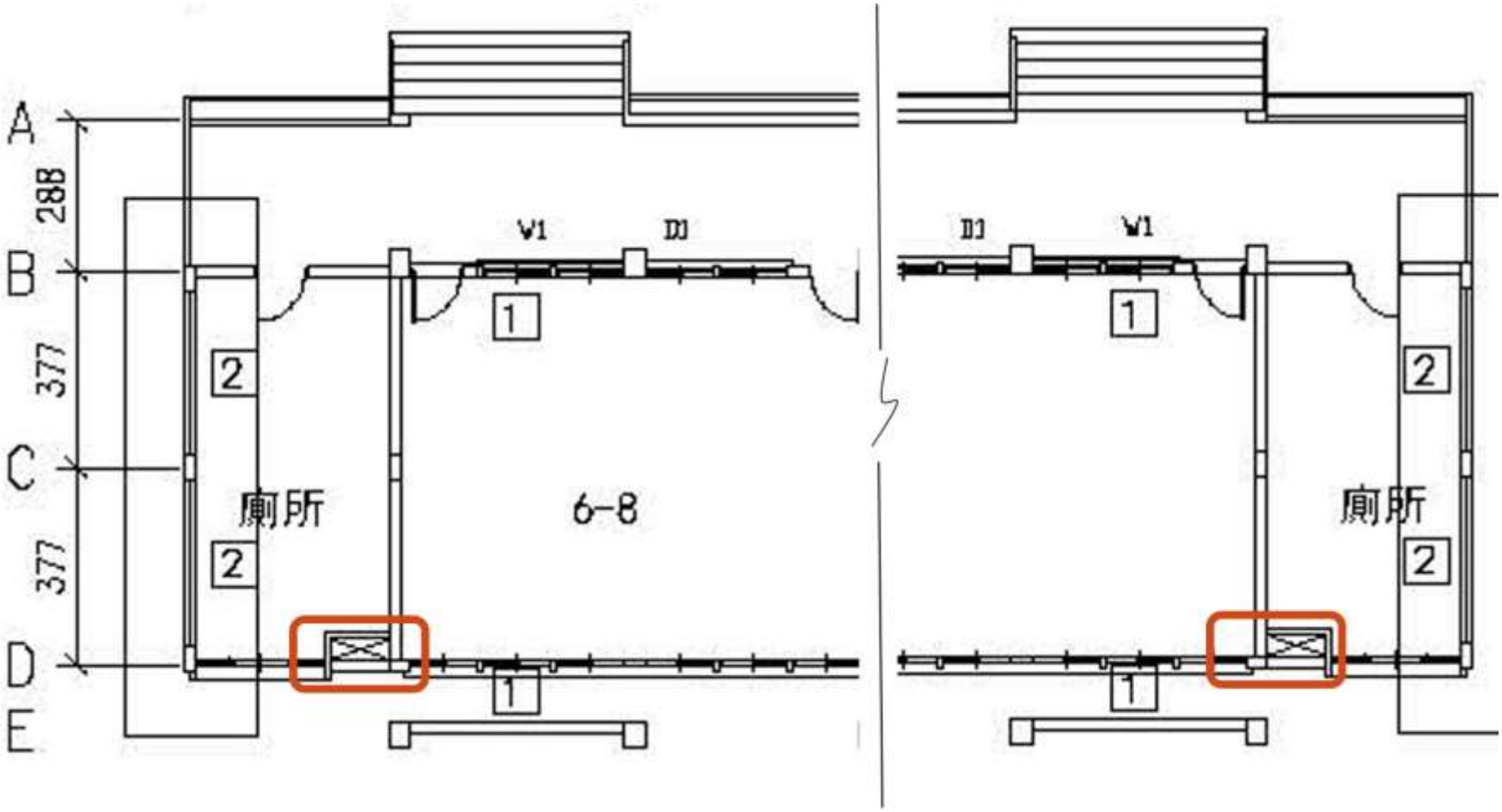
明義國小明義樓



平面圖來源：傳築建築師事務所繪製

2018花蓮地震

明義國小明義樓左右兩側管道間受損位置



2018花蓮地震

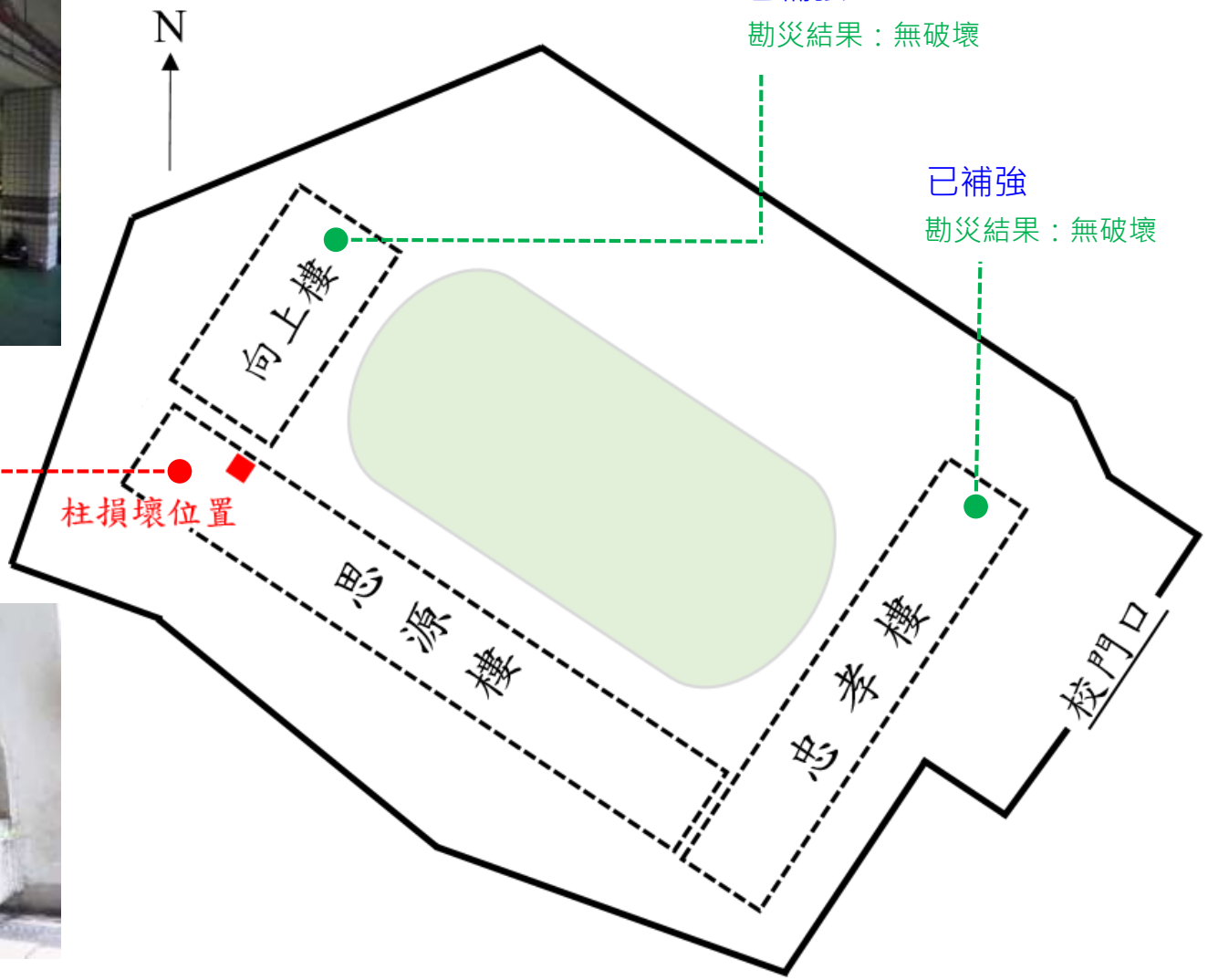
明義國小明義樓1F左右兩側廁所磚牆損壞

2018花蓮地震

忠孝國小

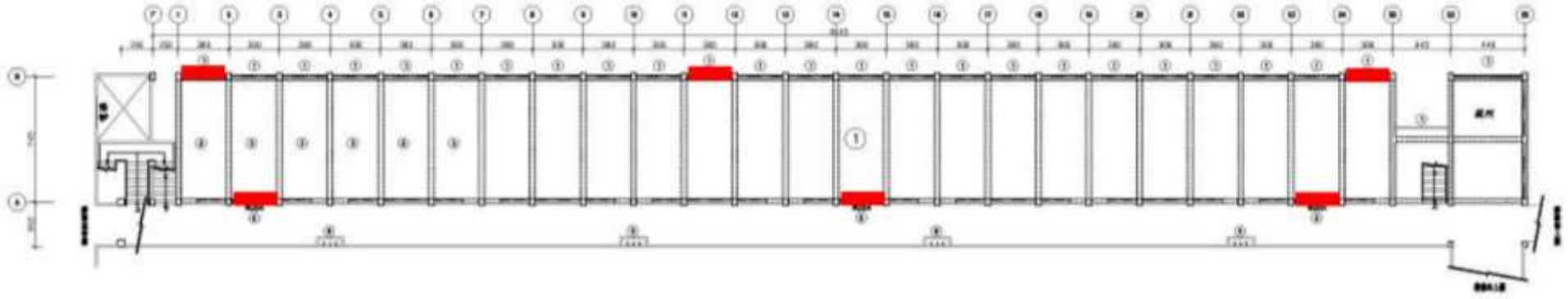
已補強

勘災結果：
一樓柱底發現磁磚破裂之損壞現象
二樓柱底發現斜向裂縫



2018花蓮地震

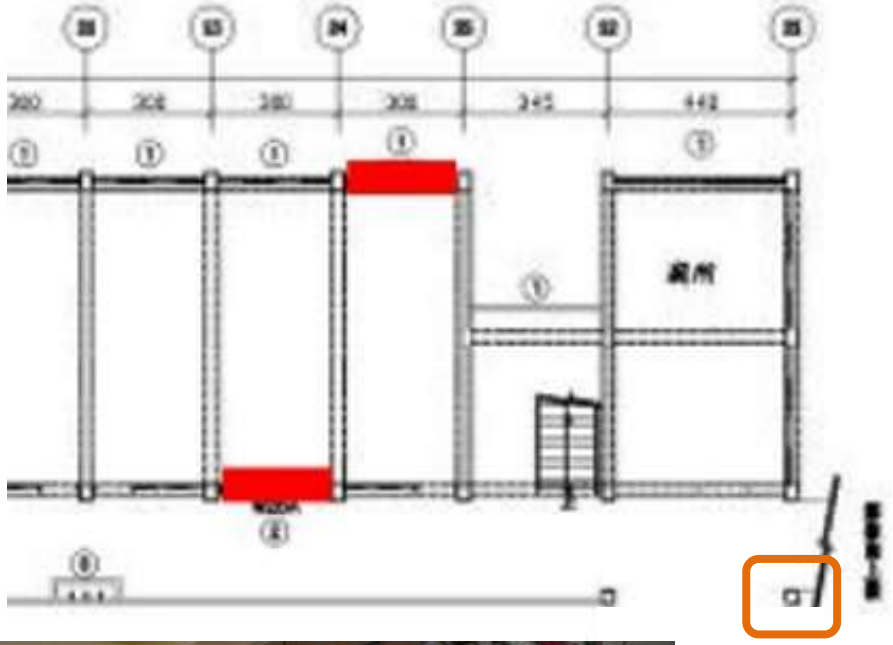
忠孝國小思源樓之補強位置

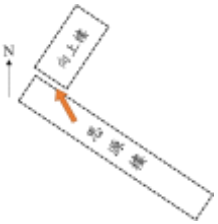


平面圖來源：陳伯炤結構技師事務所繪製

2018花蓮地震

忠孝國小思源樓1F柱底受損位置與地坪裂縫

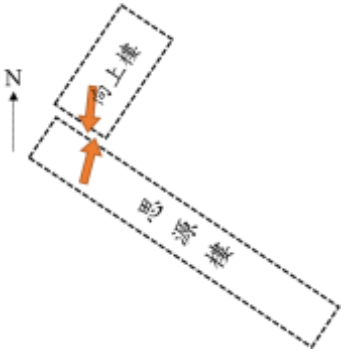




平面圖來源：陳伯炤結構技師事務所繪製

2018花蓮地震

忠孝國小思源樓2F柱底斜向裂縫



2018花蓮地震

譜加速度 (設計、地震紀錄)

耐震設計、評估、補強

謝謝！

https://youtu.be/qD9gXM5OJrY