



應用非破壞檢測技術評估以 野溪淤積土製作之混凝土強度



建國科技大學土木工程系
林喻峰 副教授



簡報內容



一、前言

二、研究方法與步驟

三、研究成果與討論

四、結論





一、前言

本研究之目的在探討以非破壞試驗檢測現地拌合土石材料之強度的適用性。由於臺灣地區的野溪淤積土數量龐大且很少加以利用，常常造成處理上之困難。如果將這些野溪淤積土製作成現地拌合土石材料，應用於構築現地之構造物，不僅可有效處理這些龐大之淤積土，同時也達到廢棄物再利用之精神。





一、前言

但這些利用淤積土製作之混凝土，不僅工作性質不同於傳統砂石製作之混凝土，完工後之強度品質控制也有異於傳統混凝土。目前關於混凝土強度評估之非破壞檢測方法，通常是用來評估強度大於 210 kgf/cm^2 的水泥混凝土，但淤積土製作之的強度通常小於 100 kgf/cm^2 。因此必須重新探討這些非破壞檢測方法之適用性。





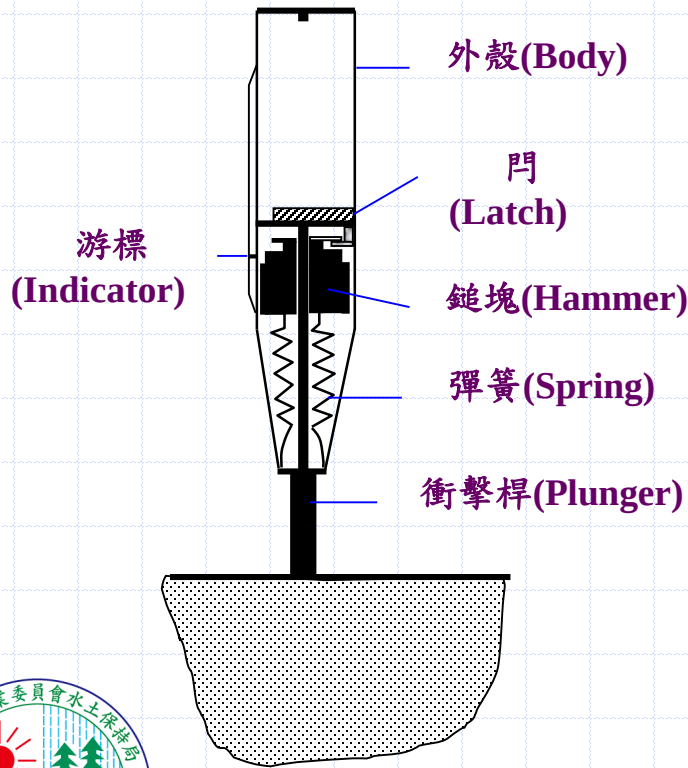
一、前言

本研究探討非破壞檢測技術中，較具應用價值的反彈鎚法、應力波波速量測法與微鑽孔試驗法等三種檢測試驗，分別評估各種試驗方法應用淤積混凝土之準確性及適用性。



二、研究方法與步驟

(一)、反彈鎚法



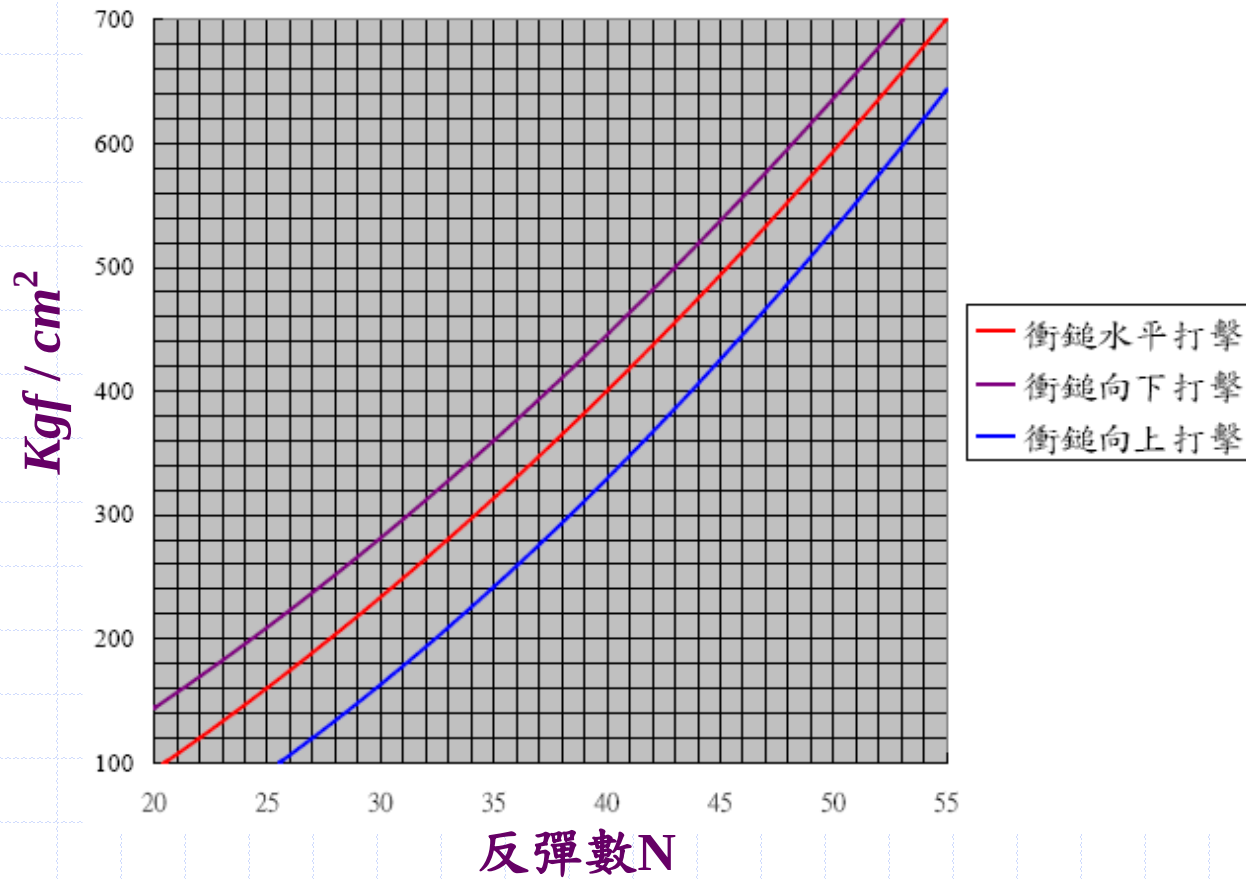
反彈鎚法主要構件有四部份：(1)外殼；(2)衝擊桿；(3)鎚塊；及(4)彈簧。實際檢測強度時，將突出儀器外面的衝擊桿與混凝土表面接觸，當衝擊桿還是突出儀器外面時，其內部的鎚塊將會被卡損固定在桿頂端。

二、研究方法與步驟



把儀器外殼推向混凝土表面，使連接儀器外殼與鎚塊的彈簧伸長，當外殼推到與桿頂接觸時，卡損將放開鎚塊，使其衝向混凝土，而撞擊到衝擊桿上的突肩部分，並反彈回去。反彈鎚塊將會帶動指針，以顯示反彈的距離。反彈距離的刻度數字由10到100之間，稱為反彈值(rebound number)。

二、研究方法與步驟



反彈鎚的反彈數與混凝土強度之關係曲線



二、研究方法與步驟

(二)、應力波波速量測法

應力波波速之量測，依其應力波波源產生方式之不同，目前可分為超音波法與敲擊回音法兩種，但均是以量測到之波速來推估混凝土之強度，所以下列僅以超音波法做代表來描述其檢測原理。



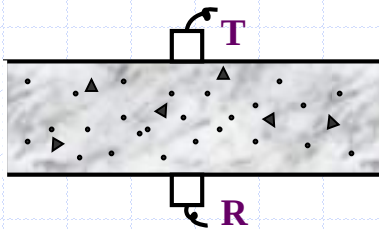
二、研究方法與步驟

超音波儀器首先由脈波器送出一個脈衝的訊號給發射器以其本身共振頻率振動，當脈衝電波開始時，則電子計時器啟動，發射器的振動脈波經由藕合液傳送至混凝土，再由配置於混凝土另一端的接收器所接收，將發射器到接收器的直線路徑，除以所歷經時間可得混凝土中的脈波速度。

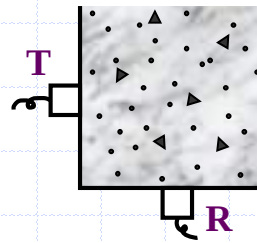


二、研究方法與步驟

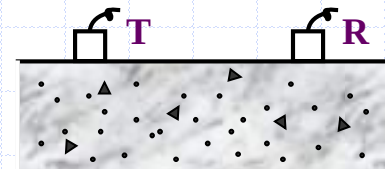
使用超音波量測混凝土波速之方法，依構件狀況及探頭位置的不同，可分為下列三種方式：



(a) 直接傳遞法



(b) 半直接傳遞法



(c) 表面傳遞法

超音波量測混凝土波速之方法



二、研究方法與步驟

脈波速度和混凝土的彈性模數開平方成正比，和混凝土密度開平方成反比，若根據ACI 318建議，混凝土彈性模數和抗壓強度的開平方成正比，則脈波速度和抗壓強度的四次方根成正比，這表示當混凝土抗壓強度隨材齡增加而增加，則脈波速度亦會相對地有微幅的增加，但在較後期材齡時，混凝土中的脈波速度並不會隨強度有敏感的改變。





二、研究方法與步驟

(三)、微鑽孔試驗法

微鑽孔試驗法是一種侵入性低且能夠深入混凝土內部進行強度評估之檢測方法，這種獨特的檢測對於現地應用是有利的，因為其他現地方法，如脈衝波速法或反彈鎚法，僅僅用於評估表面層。



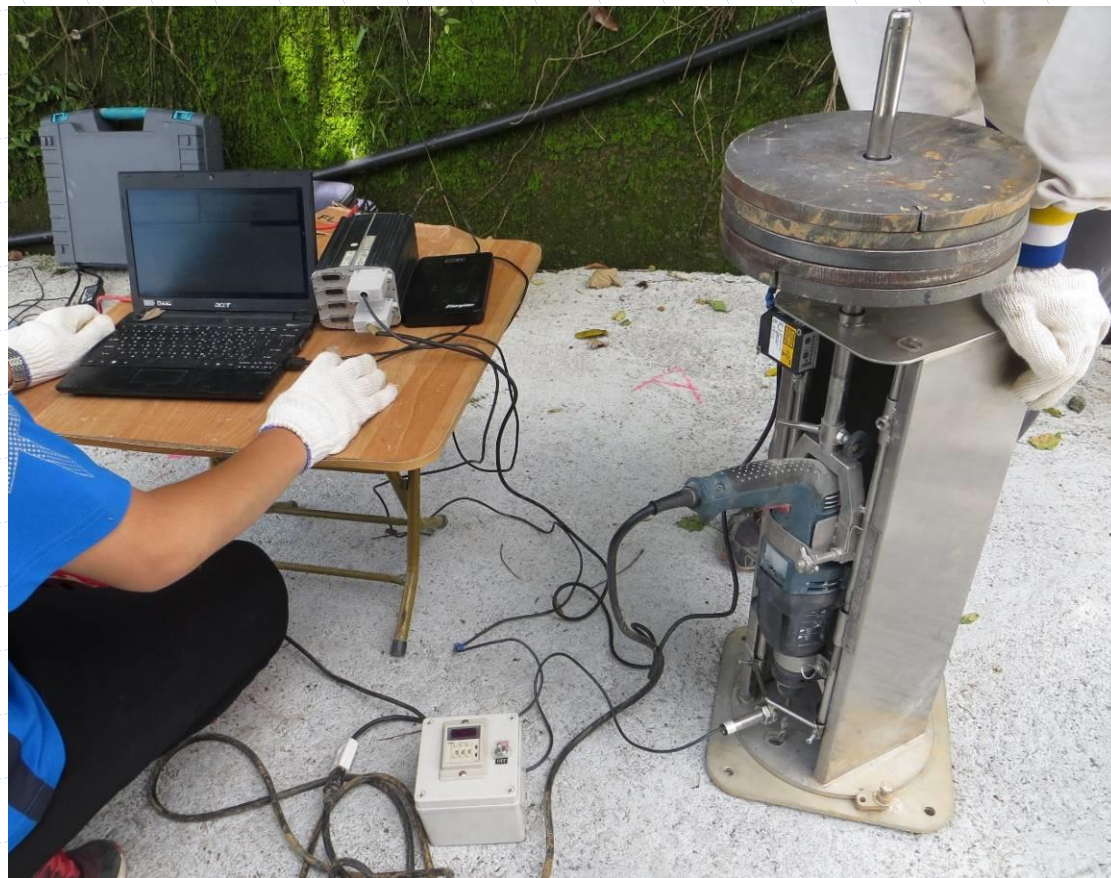
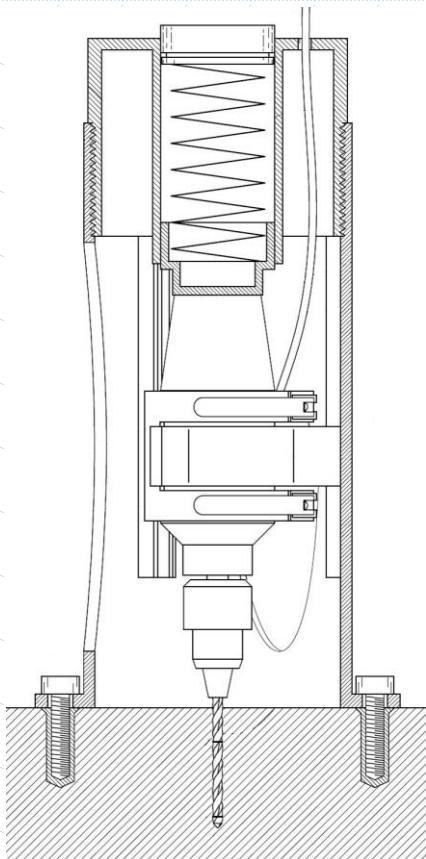


二、研究方法與步驟

依據美國混凝土協會之非破壞檢測委員會 (ACI Committee 228) 所出版之 ACI 228.1R-19 規範第 1.1 節之說明：一些早期的測試方法並沒有損壞混凝土，但近來很多研發的新方法會導致表面的局部損害。因此，規範已重新定義，只要不改變混凝土原有之性質，但導致輕微表面損傷的試驗，仍可屬於本委員會研究之範疇。所以微鑽孔試驗法符合非破壞檢測之精神，可由此規範佐證。



二、研究方法與步驟



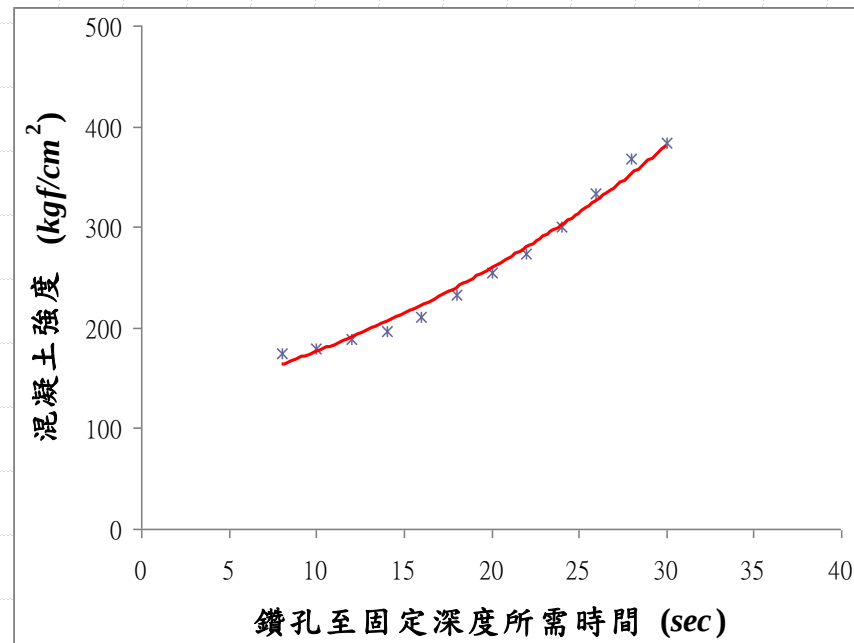
二、研究方法與步驟

使用微鑽孔檢測裝置需先將基座固定在待測面上，將選用之鑽桿裝入電鑽即可進行試驗，鑽到設定之時間或標記之位置時即試驗結束，再由記錄到之鑽掘深度、鑽掘速率與鑽掘時間等之變化關係，進而推測現地混凝土之強度。



二、研究方法與步驟

其檢測之原理為：一固定直徑之鑽桿，在固定轉速與固定軸向壓力下，要鑽入混凝土至某固定深度，其所需之鑽孔時間與混凝土抗壓強度成正比之關係。





三、研究成果與討論

(一) 實驗室之試驗成果分析

本研究計畫首先在實驗室進行野溪淤積土之材料試驗與非破壞檢測試驗之探討，配合現地原有之工程構造物，於南投之合望溪之下游處(眉溪)，與水流東溪等兩處野溪分別採集淤積土，之後再於實驗室進行基本之材料試驗。



三、研究成果與討論



淤積土採集(眉溪)



淤積土採集(水流東溪)



三、研究成果與討論

眉溪淤積土粒料篩分析試驗

篩號	停留重量(g)	停留百分比	累積停留百分比	通過百分比
1.5"	0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	340	4.29%	4.29%	95.71%
3/4"	795	10.03%	14.31%	85.69%
1/2"	1650	20.81%	35.12%	64.88%
3/8"	1435	18.10%	53.22%	46.78%
#4	3710	46.78%	100.00%	0.00%
總和	7930	F.M.	6.68	

篩號	停留重量(g)	停留百分比	累積停留百分比	通過百分比
#4	15.3	1.36%	1.36%	98.64%
#8	455.8	40.56%	41.92%	58.08%
#16	324.7	28.89%	70.81%	29.19%
#30	167.3	14.89%	85.70%	14.30%
#50	89.5	7.96%	93.66%	6.34%
#100	71.2	6.34%	100.00%	0.00%
總和	1123.8	F.M.	3.93	
底盤	121.7	含泥量	9.8%	





三、研究成果與討論

水流東溪淤積土粒料篩分析試驗

篩號	停留重量(g)	停留百分比	累積停留百分比	通過百分比
1.5"	0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	2193	30.17%	30.17%	69.83%
3/4"	1146	15.76%	45.93%	54.07%
1/2"	1650	22.70%	68.62%	31.38%
3/8"	766	10.54%	79.16%	20.84%
#4	1515	20.84%	100.00%	0.00%
總和	7270	F.M.	7.25	

篩號	停留重量(g)	停留百分比	累積停留百分比	通過百分比
#4	1515	18.53%	18.53%	81.47%
#8	1092	13.36%	31.89%	68.11%
#16	1015	12.41%	44.30%	55.70%
#30	1293	15.81%	60.11%	39.89%
#50	1686	20.62%	80.74%	19.26%
#100	1575	19.26%	100.00%	0.00%
總和	8176	F.M.	3.36	
底盤	950	含泥量	10.4%	





三、研究成果與討論

本計畫採用水土保持局制定之「現地土石拌合工法施工規範」來進行配比設計，為了日後能與非破壞檢測試驗之成果做比對，所以在實驗室之配比設計上，先以眉溪之淤積土設計2種較高水泥量之試體；再以眉溪與水流東溪之淤積土，按照現地試驗之建議，以水泥與淤積土石之重量比例高於1:10做為野外現地比對之參考試體。



三、研究成果與討論

野溪淤積土產製混凝土之配比設計

試體 編號	淤積土 取樣點	水泥量 (kgw)	水量 (kgw)	淤積土量 (kgw)	水灰比 (W/C)	水泥：淤積土
N1	眉溪	423	184	1690	0.43	1:4
N2	眉溪	345	185	1826	0.54	1:5
H1	眉溪	141	250	1826	1.77	1:13
H2	水流東溪	166	290	1695	1.75	1:10



三、研究成果與討論

野溪淤積土產製混凝土之抗壓強度試驗結果 (kgf/cm²)

試體 編號	7-1	7-2	平均強度	28-1	28-2	28-3	平均強度
N1	155.95	142.27	149.11	189.37	167.92	172.30	176.53
N2	120.32	123.07	121.70	174.77	175.39	177.23	175.80
H1	26.68	27.31	27.00	38.86	39.38	39.22	39.15
H2	19.34	18.13	18.74	27.89	30.34	28.93	29.05





三、研究成果與討論

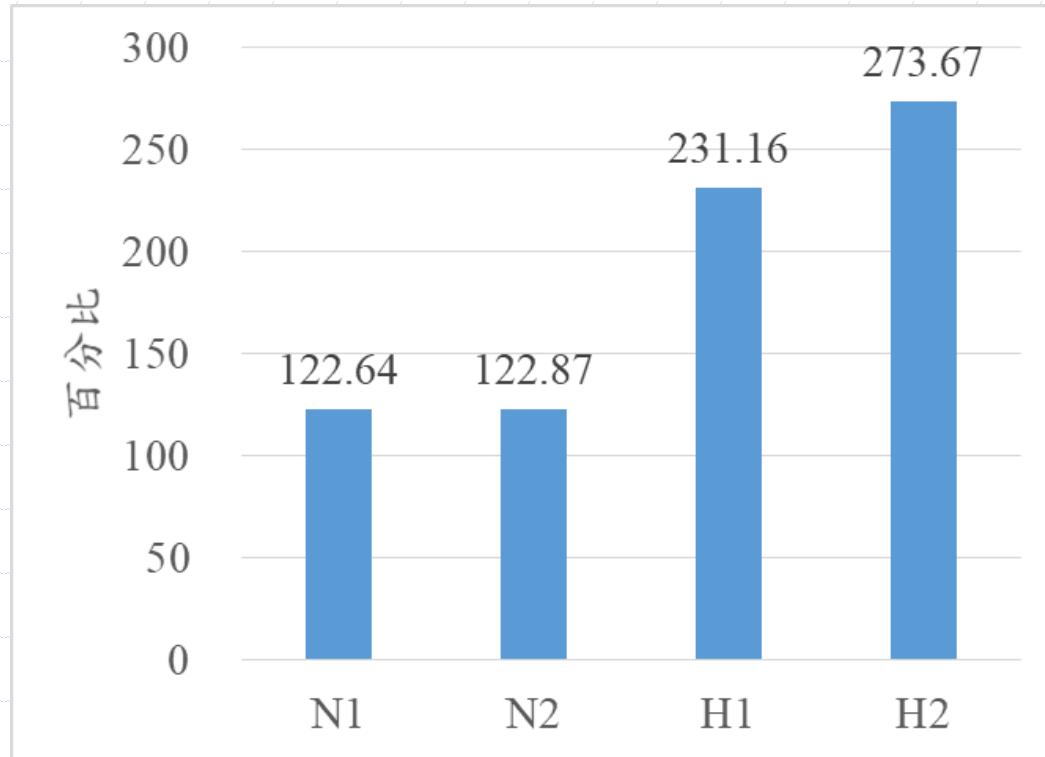
反彈鎚之試驗成果分析

試體N1之反彈鎚試驗結果

試驗位置	反彈數											推算強度 (kgf/cm ²)	抗壓強度 (kgf/cm ²)	誤差值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值			
7-A	21	24	22	31	20	24	22	26	23	25	24	196	149.11	31.45%
7-B	20	27	23	22	21	20	20	20	21	20	21	156	149.11	4.62%
28-A	24	26	26	26	23	21	25	24	25	22	24	196	176.53	11.03%
28-B	24	26	26	28	28	28	28	27	30	23	27	237	176.53	34.25%



三、研究成果與討論



反彈鎚試驗推算強度正規化後之誤差值



三、研究成果與討論

超音波波速量測試驗之成果分析

試體N1之超音波波速量測結果

試驗位置	檢測數據	試驗1	試驗2	試驗3	平均值
7-A	波到時間(μs)	22.5	24.4	23.2	23
	波速(m/sec)	4444	4098	4310	4280
7-B	波到時間(μs)	21.7	22.6	24.6	23
	波速(m/sec)	4608	4425	4065	4354
28-A	波到時間(μs)	23	21	20.5	22
	波速(m/sec)	4348	4762	4878	4651
28-B	波到時間(μs)	20.8	20.6	20.4	21
	波速(m/sec)	4808	4854	4902	4854





三、研究成果與討論

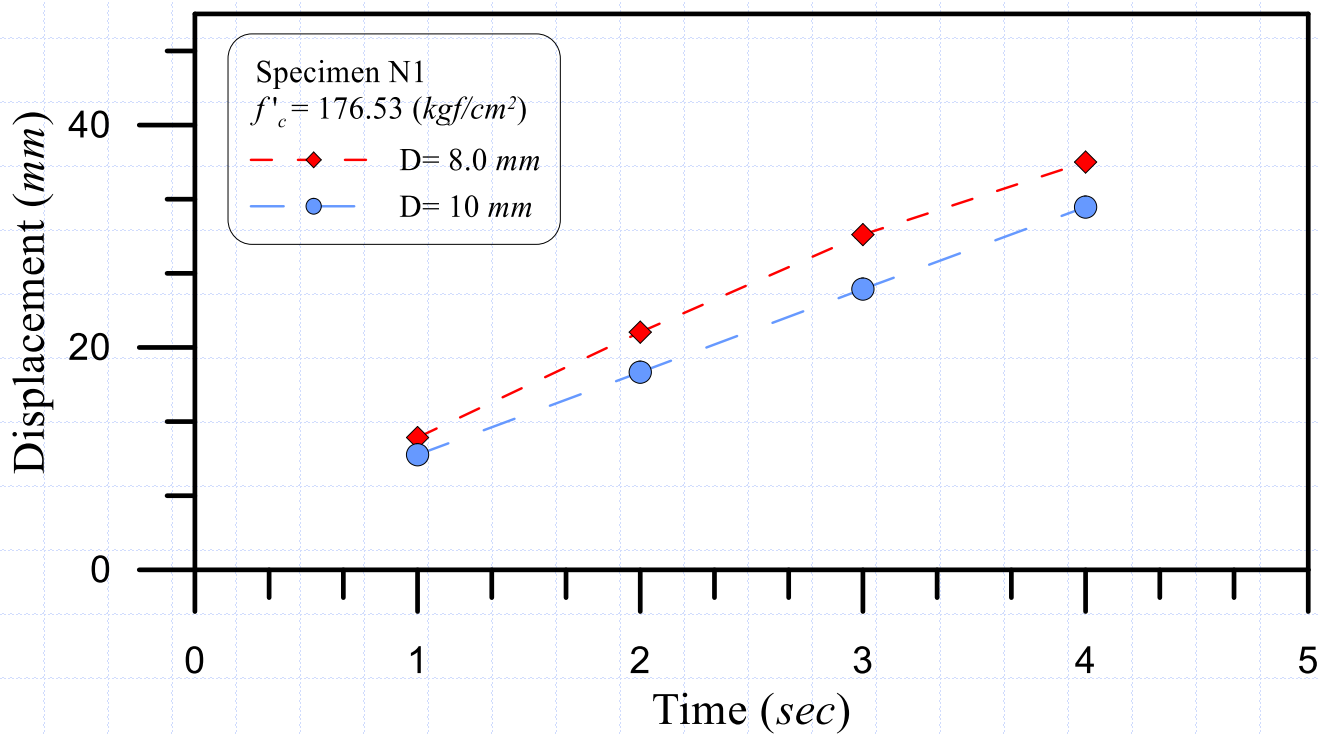
微鑽孔試驗之成果分析

試體N1之微鑽孔試驗結果

鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)	鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)
8	1	1	10.86	928.49	10	1	1	11.13	809.58
		2	21.04	897.87			2	17.76	849.59
		3	29.92	981.69			3	24.67	827.69
		4	36.50	885.56			4	31.72	820.31
8	2	1	11.65	930.32	10	2	1	9.85	816.51
		2	19.72	913.21			2	16.08	842.44
		3	25.76	898.69			3	22.94	816.96
		4	31.62	885.57			4	30.90	814.50
8	3	1	11.61	906.23	10	3	1	10.25	789.02
		2	19.94	899.86			2	18.04	844.45
		3	29.46	917.25			3	25.80	803.55
		4	35.78	908.66			4	33.14	813.38
8	4	1	12.14	938.41	10	4	1	10.16	823.21
		2	21.53	906.75			2	18.37	810.25
		3	31.61	951.72			3	26.37	813.38
		4	39.00	900.63			4	33.18	800.86
8	5	1	13.29	931.26	10	5	1	10.42	802.43
		2	24.65	903.46			2	18.60	810.25
		3	33.95	926.51			3	26.50	799.45
		4	40.49	913.70			4	34.19	805.78

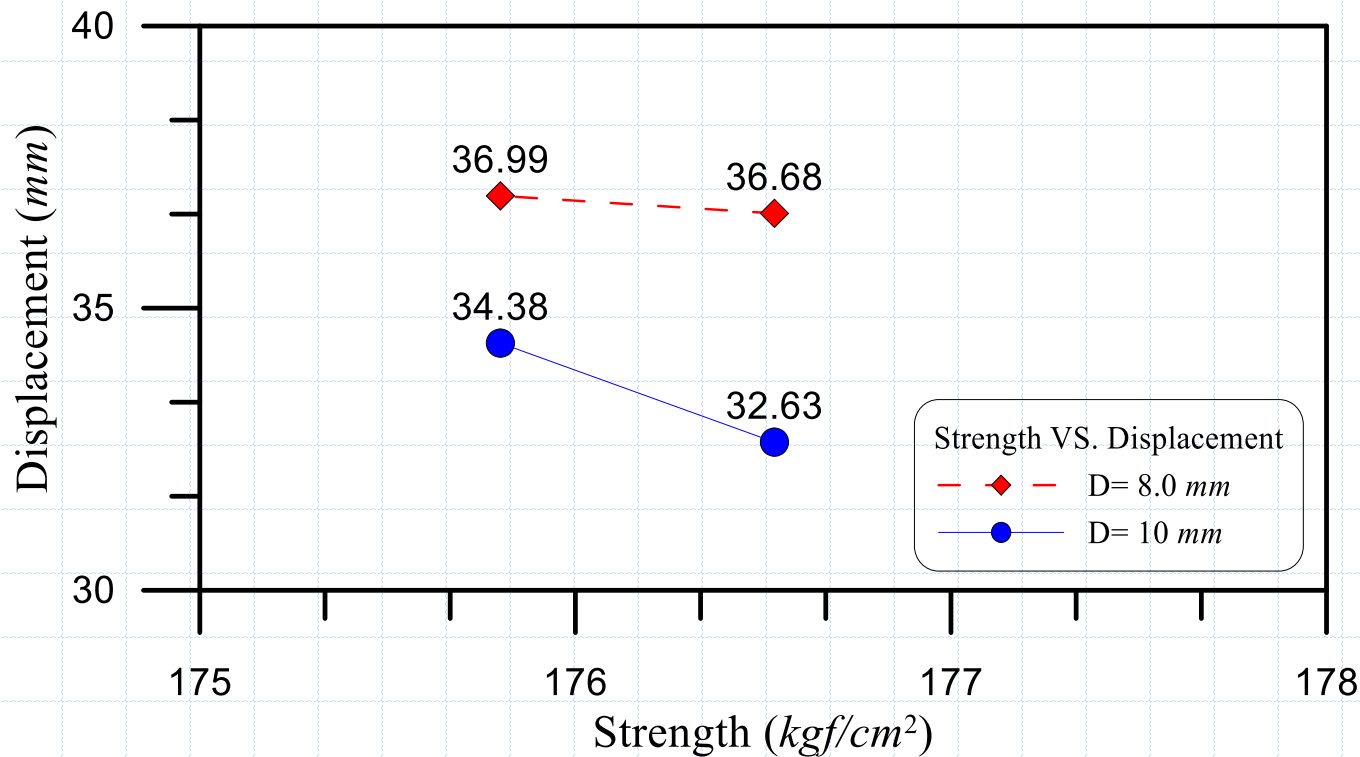


三、研究成果與討論



試體N1之鑽孔深度時間關係圖

三、研究成果與討論



鑽孔深度與抗壓強度之關係



三、研究成果與討論

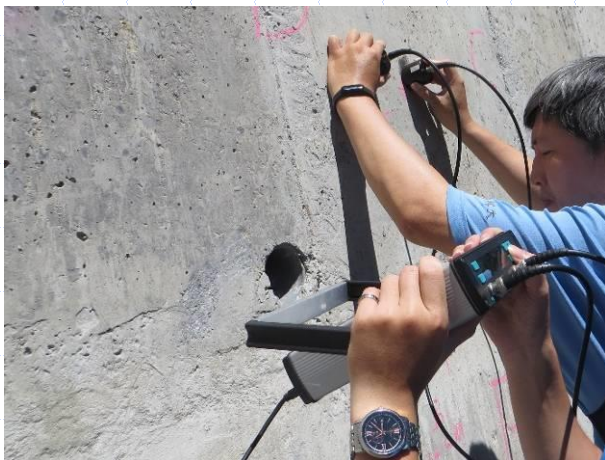
(二) 一般混凝土構造物之現地試驗成果

為了確保規劃所設計的非破壞檢測試驗方法，將來能適用於現地混凝土構造物之檢測，本計畫先擇定了三處野溪上游之一般混凝土構造物進行施測，所有現地試驗成果之分析如下：



三、研究成果與討論

a、南投縣東光溪上游野溪之擋土牆





三、研究成果與討論

東光溪上游野溪之擋土牆，因現地試驗時溪水湍急，且搬移微鑽孔檢測裝置至擋土牆上方有困難，所以僅考慮以反彈鎚法與超音波波速量測法針對擋土牆之牆面來進行非破壞檢測試驗，同時搭配鑽心試驗來驗證其混凝土之抗壓強度。





三、研究成果與討論

東光溪上游野溪擋土牆混凝土鑽心試驗之抗壓強度

鑽心位置	最大負荷(kgf)	試體面積(cm^2)	長徑比	修正係數	抗壓強度(kgf/cm^2)
1	31860	78.23	1.85	-	407
2	29220	78.23	1.85	-	374
3	29740	78.07	1.85	-	381
平均值					387
變異係數(CV)					4.5%





三、研究成果與討論

東光溪上游野溪擋土牆之反彈鎚試驗結果

試驗位置	反彈數											對應強度 (kgf/cm ²)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	
A	44	27	26	26	27	22	27	31	26	30	27	189
B	24	30	26	30	22	24	22	28	24	25	26	174
C	44	26	24	20	26	30	24	32	26	22	26	174
D	30	32	24	30	30	38	34	34	26	30	31	249
E	31	36	34	28	32	33	34	32	30	34	32	265
變異係數(CV)												20.7%





三、研究成果與討論

東光溪上游野溪擋土牆之超音波波速量測結果

試驗位置	檢測數據	試驗1	試驗2	試驗3	平均值
A	波到時間(μs)	31.6	32.1	31.2	32
	波速(m/sec)	4747	4673	4808	4742
B	波到時間(μs)	33.1	32.5	33.7	33
	波速(m/sec)	4532	4615	4451	4533
C	波到時間(μs)	31.3	32.2	33.4	32
	波速(m/sec)	4792	4658	4491	4647
D	波到時間(μs)	31.8	31.5	32.1	32
	波速(m/sec)	4717	4762	4673	4717
E	波到時間(μs)	47.2	37.1	36.4	40
	波速(m/sec)	3178	4043	4121	3781
變異係數(CV)					9.0%



三、研究成果與討論

b、南投縣公林野溪之擋土牆





三、研究成果與討論

公林野溪之擋土牆，同樣因現地試驗時溪水湍急，且搬移微鑽孔檢測裝置至擋土牆上方有困難，所以僅考慮以反彈鎚法與超音波波速量測法來進行檢測。此外該擋土牆採用造型模板，導致表面紋路凹凸不平，影響施測，所以選擇擋土牆之頂部來進行非破壞檢試驗，同時搭配在擋土牆之外側進行鑽心試驗來驗證其混凝土之抗壓強度。





三、研究成果與討論

公林野溪擋土牆混凝土鑽心試驗之抗壓強度

鑽心位置	最大負荷 (kgf)	試體面積 (cm ²)	長徑比	修正係數	抗壓強度 (kgf/cm ²)
1	22620	78.23	1.85	-	289
2	20920	78.23	1.85	-	267
3	21820	78.23	1.80	-	279
平均值					278
變異係數(CV)					4.0%





三、研究成果與討論

公林野溪擋土牆之反彈鎚試驗結果

試驗位置	反彈數											對應強度 (kgf/cm^2)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	
A	26	26	29	25	31	28	27	26	28	30	28	252
B	29	30	27	28	30	31	28	29	30	29	29	266
C	28	26	24	26	32	28	26	27	29	26	27	237
D	28	26	24	27	24	26	26	26	24	23	25	209
E	28	27	25	24	29	28	26	26	27	26	27	237
變異係數(CV)												8.8%





三、研究成果與討論

公林野溪擋土牆之超音波波速量測結果

試驗位置	檢測數據	試驗1	試驗2	試驗3	平均值
A	波到時間(μs)	35	35.1	33.5	35
	波速(m/sec)	4286	4274	4478	4346
B	波到時間(μs)	34.9	34	34.3	34
	波速(m/sec)	4298	4412	4373	4361
C	波到時間(μs)	38.2	39.6	40.2	39
	波速(m/sec)	3927	3788	3731	3815
D	波到時間(μs)	31.8	31.5	32.1	32
	波速(m/sec)	4717	4762	4673	4717
E	波到時間(μs)	37.3	37.1	37.2	37
	波速(m/sec)	4021	4043	4032	4032
變異係數(CV)					8.1%



三、研究成果與討論

C、南投縣虎頭山農路工程





三、研究成果與討論

虎頭山之農路工程，因試驗當日剛下過雷陣雨，地表相當潮溼，所以僅考慮以反彈鎚法與微鑽孔試驗法來進行非破壞檢測，同時搭配鑽心試驗來驗證其混凝土之抗壓強度。





三、研究成果與討論

虎頭山農路工程鑽心試驗之抗壓強度

鑽心位置	最大負荷(kgf)	試體面積(cm^2)	長徑比	修正係數	抗壓強度(kgf/cm^2)
1	18700	44.89	1.7	0.98	408
2	20620	44.89	1.7	0.98	450
3	21240	44.65	1.65	0.97	461
平均值					440
變異係數(CV)					6.4%





三、研究成果與討論

虎頭山農路工程之反彈鎚試驗結果

試驗位置	反彈數											對應強度 (kgf/cm^2)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	
A	20	18	16	14	28	30	20	14	18	16	19	132
B	18	18	20	20	16	12	18	16	14	16	17	108
C	15	17	15	18	22	22	25	18	12	17	18	120
D	22	25	24	20	15	16	14	29	19	22	20	144
E	16	15	22	22	14	24	17	12	14	29	17	108
變異係數(CV)												12.8%





三、研究成果與討論

虎頭山農路工程A區之微鑽孔試驗結果

鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)	鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)
8	1	1	9.37	797.29	10	1	1	8.77	773.15
		2	16.39	815.39			2	17.15	770.69
		3	23.37	787.00			3	22.52	797.51
		4	30.33	750.35			4	27.15	786.11
		5	35.25	739.40			5	32.55	741.85
		6	39.25	735.82			6	41.05	723.97
8	2	1	10.25	807.12	10	2	1	9.03	765.55
		2	19.88	771.58			2	15.59	766.44
		3	26.97	803.99			3	22.07	768.45
		4	35.03	786.33			4	28.00	734.70
		5	41.09	704.97			5	32.79	732.24
		6	48.42	725.09			6	37.54	684.19
8	3	1	10.68	804.89	10	3	1	9.50	761.97
		2	18.54	789.02			2	17.11	751.24
		3	26.10	779.18			3	24.30	767.11
		4	30.73	752.14			4	29.50	783.43
		5	37.78	773.15			5	33.33	764.21
		6	42.05	775.16			6	37.63	751.69





三、研究成果與討論

虎頭山農路工程A區之微鑽孔試驗結果

鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)	鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)
8	4	1	14.48	780.75	10	4	1	7.38	782.76
		2	23.70	778.73			2	12.60	763.98
		3	33.19	752.14			3	19.63	763.54
		4	39.14	791.25			4	26.38	762.86
		5	44.45	721.74			5	33.06	749.01
		6	48.15	700.95			6	39.49	742.30
8	5	1	13.32	799.07	10	5	1	14.61	765.32
		2	22.07	792.37			2	20.59	762.42
		3	30.88	786.78			3	26.18	761.30
		4	39.14	745.88			4	30.35	784.77
		5	46.35	755.49			5	35.29	757.28
		6	53.02	690.22			6	43.27	700.73





三、研究成果與討論

虎頭山農路工程B區之微鑽孔試驗結果

鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)	鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)
8	1	1	10.64	809.36	10	1	1	9.30	822.10
		2	18.71	812.26			2	13.95	839.98
		3	25.03	793.93			3	19.07	815.62
		4	31.33	772.70			4	26.21	788.57
		5	36.59	753.70			5	32.29	756.38
		6	41.19	745.21			6	38.00	751.02
8	2	1	12.61	787.68	10	2	1	9.04	807.12
		2	23.35	789.46			2	17.11	800.64
		3	33.27	788.35			3	23.45	807.79
		4	39.36	803.55			4	29.04	806.45
		5	45.23	770.02			5	35.50	776.05
		6	52.80	732.47			6	41.90	754.82
8	3	1	12.27	793.49	10	3	1	12.72	789.02
		2	19.90	808.91			2	20.40	790.58
		3	26.49	783.21			3	26.97	794.16
		4	35.58	766.89			4	34.24	763.54
		5	40.55	765.77			5	40.52	765.10
		6	44.23	678.38			6	45.86	769.35





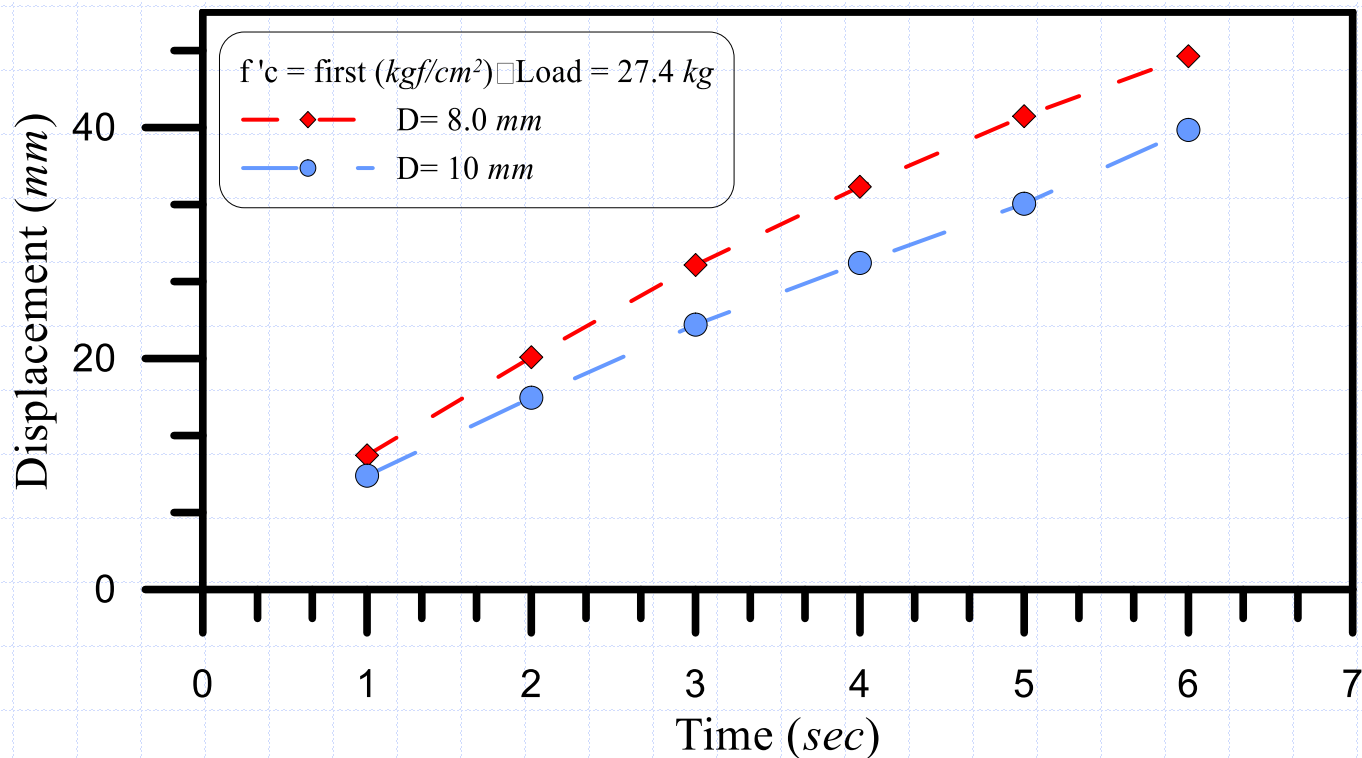
三、研究成果與討論

虎頭山農路工程B區之微鑽孔試驗結果

鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)	鑽桿直徑(mm)	序號	鑽孔時間(sec)	鑽孔深度(mm)	平均轉速(RPM)
8	4	1	13.74	782.09	10	4	1	10.82	796.84
		2	22.08	777.84			2	20.38	792.15
		3	31.14	772.03			3	28.10	822.77
		4	38.07	752.81			4	34.43	781.86
		5	45.85	732.91			5	41.73	753.03
		6	52.22	720.40			6	48.29	731.35
8	5	1	9.77	785.89	10	5	1	11.69	808.69
		2	20.16	777.39			2	19.70	810.47
		3	31.14	775.38			3	24.18	835.51
		4	37.32	735.15			4	29.12	830.37
		5	41.57	713.24			5	36.18	820.76
		6	46.08	731.80			6	41.00	810.47

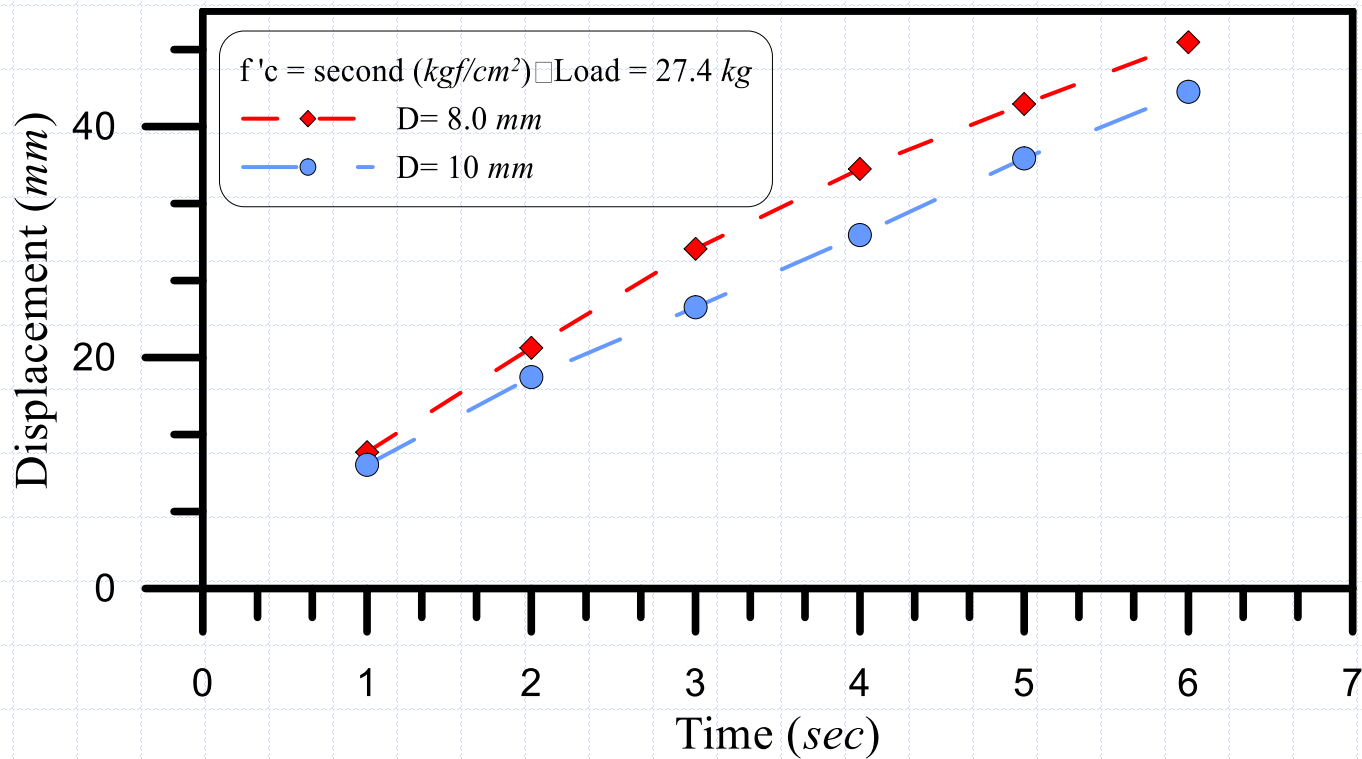


三、研究成果與討論



A區鑽孔深度與鑽孔時間之關係圖

三、研究成果與討論



B區鑽孔深度與鑽孔時間之關係圖



三、研究成果與討論

(三) 野溪淤積土產製混凝土之現地試驗成果

本研究選定以南投縣仁愛鄉合望溪的野溪淤積土產製混凝土之構造物，做為探討非破壞檢測技術評估以野溪淤積土製作之混凝土強度的實地驗證。

由於合望溪之河工構造物完工已超過四年，除了歷經多次的土石流沖刷，再加上野溪淤積土製作之混凝土強度偏低之因素，現地之工址已破損不堪，最後選擇一殘留面積較大之平台，做為非破壞檢測試驗之場地。



三、研究成果與討論



合望溪構造物之非破壞檢測試驗場址

三、研究成果與討論



由於現地混凝土構造物之表面經土石流沖刷後，表面相當的崎嶇不平，所以在選定好試驗之場地後，先用砂輪機將其表面加以修飾平整，再分別進行反彈鎚法、超音波波速量測法、微鑽孔試驗法等之非破壞檢測試驗。



三、研究成果與討論

反彈鎚之試驗成果分析

合望溪現地構造物之反彈鎚試驗結果

試驗位置	反彈數											推算強度 (kgf/cm^2)	抗壓強度 (kgf/cm^2)	誤差值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值			
A	20	16	15	15	13	12	20	12	11	12	15	85	62	37.10%
B	14	16	21	15	14	20	12	16	12	14	15	85	62	37.10%





三、研究成果與討論

超音波波速量測試驗之成果分析

合望溪現地構造物之超音波波速量測結果

試驗位置	檢測數據	試驗1	試驗2	試驗3	平均值
A	波到時間(μs)	53.8	52.9	52.8	53
	波速(m/sec)	1859	1890	1894	1881
B	波到時間(μs)	59.7	57.6	57.8	58
	波速(m/sec)	1675	1736	1730	1713





三、研究成果與討論

微鑽孔試驗之成果分析

合望溪現地構造物A區之微鑽孔試驗結果

鑽桿直徑 (mm)	序號	鑽孔時間 (sec)	鑽孔深度 (mm)	平均轉速 (RPM)	鑽桿直徑 (mm)	序號	鑽孔時間 (sec)	鑽孔深度 (mm)	平均轉速 (RPM)
8	1	1	29.26	943.69	10	1	1	17.94	883.12
		2	40.58	858.75			2	30.09	833.94
8	2	1	25.47	881.11	10	2	1	19.98	846.91
		2	33.09	908.37			2	29.26	50.71
8	3	1	24.94	868.59	10	3	1	16.46	862.78
		2	36.09	839.53			2	29.01	840.20
8	4	1	25.98	873.95	10	4	1	17.40	851.38
		2	40.16	843.78			2	29.87	859.65
8	5	1	26.43	891.84	10	5	1	18.38	851.60
		2	37.52	862.61			2	28.38	863.67



三、研究成果與討論

合望溪現地構造物B區之微鑽孔試驗結果

鑽桿直徑 (mm)	序號	鑽孔時間 (sec)	鑽孔深度 (mm)	平均轉速 (RPM)	鑽桿直徑 (mm)	序號	鑽孔時間 (sec)	鑽孔深度 (mm)	平均轉速 (RPM)
8	1	1	26.92	862.11	10	1	1	18.19	876.19
		2	40.84	845.12			2	31.22	885.58
8	2	1	23.40	900.10	10	2	1	16.6	884.23
		2	37.42	852.94			2	29.15	818.07
8	3	1	27.28	887.59	10	3	1	16.83	892.28
		2	39.75	870.82			2	29.48	850.48
8	4	1	25.80	889.82	10	4	1	19.93	890.72
		2	42.86	909.94			2	34.21	850.04
8	5	1	16.85	877.08	10	5	1	17.3	948.83
		2	36.02	816.73			2	32.52	875.52

四、結論

本計畫預計探討現有非破壞檢測技術中，較具應用價值的反彈鎚法、超音波速度測法與微鑽孔試驗法等三種檢測試驗，分別加以建立評估淤積土製作之混凝土強度的試驗流程，綜合實驗室與現地構造物之試驗分析結果，整理出以下之結論：

四、結論

- (1). 反彈鎚法由於簡便易用，是目前最為普遍使用之非破壞檢測方法，但其與混凝土強度的關聯性不高，且亦受現地潮濕環境之干擾，容易造成誤判，較不具實用價值。

四、結論

(2). 應力波波速量測法在理論上與混凝土強度有一定之關聯性，但同樣亦受潮濕環境之干擾，且在現地通常只能選擇表面傳遞法進行施測，大大地降低了其實務應用之價值。

四、結論

(3). 微鑽孔試驗法與現地鑽孔取樣進行抗壓試驗之操作方式接近，且能檢測到混凝土內部之品質，理論上與混凝土強度最具關聯性，經由目前現地試驗之結果分析，其檢測成果亦相當穩定，具有不錯之可靠度，值得進一步深入研究。



簡報結束
敬請指正

