

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031608

自力造屋

學校名稱：金門縣立金城國民中學

作者： 國一 傳承源	指導老師： 蔡松輝 黃靜柯
---------------	---------------------

關 鍵 詞：藤壺、甲殼、承載

自力造屋

—探討海洋生物的甲殼與應用於建築之方法

摘要：

我們觀察海洋生物的甲殼構造，發現許多甲殼有許多空隙，進而研究這個問題。一個柱體的承載重量大小，由壓力等於重量除以表面積可得知，柱體透過製造空隙使得「縱面」能支撐較大的力量，「橫面」也因為表面積的擴大而可以支撐更多重量，也可以與重量向下壓所造成彎曲變形的力量相抗衡；半徑加大，深度加長為擴大表面積。希望經過我們這一項研究，能將建材減少到最低，讓柱子承載更大的重量，讓小小的柱子創造奇蹟。（縱面 橫面定義解說見圖十三）

壹、研究動機：

金門的海邊，沿岸總有各式各樣的岩石，有的經過風吹雨打後，總會出現許多坑洞，許多海洋生物便因此吸附於這些奇岩怪石，所以，在海邊撿貝殼時，吸附於岩石上的貝殼讓人看的美不勝收。

而其中撿貝殼時，總會撿到殼內有著空隙而令我們百思不解的是，這些空隙，到底是做何用呢？這類的海洋生物（如藤壺），以甲殼保護身體，以甲殼支撐身體，而甲殼由原始演變成如此，究竟這個空隙到底是何種構造呢？——難道是與「本身的重量支撐有關？」

希望經過這一次得實驗，可以讓我們的建築器材減少到最少，說不定大量推廣，可以大量運用，說不定幾年後，我們的地球資源可以節省更多，貢獻自己的一份心力。

貳、研究目的：

- 一、觀察海洋生物的生長情況。
- 二、了解海洋生物的甲殼構造。
- 三、觀察空隙的構造。
- 四、了解海洋生物甲殼的抗壓力。
- 五、實驗柱體有無空隙，對柱體的影響。
- 六、實驗柱體空隙半徑大小不同，對柱體的影響。
- 七、實驗柱體空隙深度長短不同，對柱體的影響。
- 八、了解五、六、七結果的原因。

參、實驗器材：

一、柱體

1. 報紙 2. 有孔盒子 3. 無孔盒子 4. 瓶子 5. 牙籤

二、沙包（見圖一 圖二）



（圖一）



（圖二）

1. 沙 2. 夾鏈袋 3. 濾沙網

三、測量工具

1. 游標卡尺 2. 彈簧秤 3. 照相機

肆、研究過程：

一、觀察：

（一）藤壺

名稱	藤壺（見圖三 圖四）
殼構造	1. 由底部觀察殼板可以發現它們是由中空の隔板所組成，呈環狀分布 2. 將甲殼撥開可發現每一片不但易碎，而且緊緊相連在一起。 3. 空隙垂直壁厚度：低於一毫米 4. 空隙半徑：低於二毫米  （圖三）

	 (圖四)
備註	1. 將甲殼撥開時，有些甲殼可以輕易的撥開，共通點皆為看不到空隙，每一片的甲殼厚度較薄；不易撥開的甲殼，共通點為具有空隙，空隙分布平均。 2. 海邊觀察時常可發現許多藤壺以橫放的姿勢疊在一起，並且大小不一致，有大有小，底層的藤壺卻沒有崩塌或者變形，而上層則至少有五、六個以上，甚至到十一個。另外底層通常為藤壺死亡所留下的甲殼，中間仍然有空隙。 3. 我們發現許多貝殼的甲殼上，有許多小小的空隙，甚至肉眼也看不到（見圖五 圖六 圖七）  (圖五)  (圖六)  (圖七)

二、實驗：

柱體製做方法：

- (1) 將報紙打成紙漿
- (2) 以盒子相疊壓乾紙漿水分
- (3) 將紙黏土裝入瓶子
- (4) 將裝有紙漿的瓶子拿出曬乾（見圖八）
- (5) 插入牙籤製作空隙



(圖八)

(6) 以沙包加壓，每隔十分鐘加壓一百公克，直到柱體高度低於 8 公分。(見圖九 圖十 圖十一)



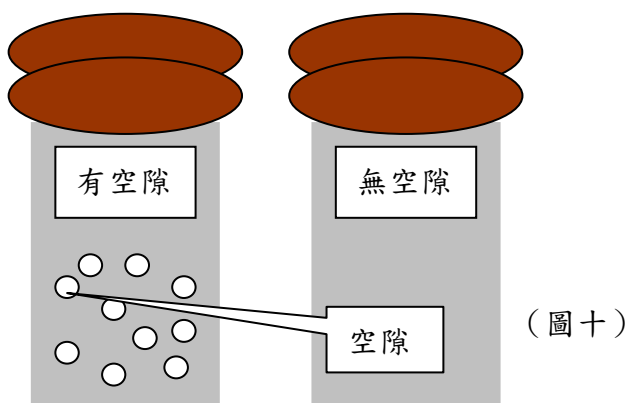
(圖九)

(一) 實驗柱體有無空隙之差別：

1. A組以紙黏土填上，不製造空隙。(對照組)

B組以紙黏土填上，插上牙籤，製造空隙。

2. A組、B組等，二圓柱體施壓。(見圖十)



(圖十)

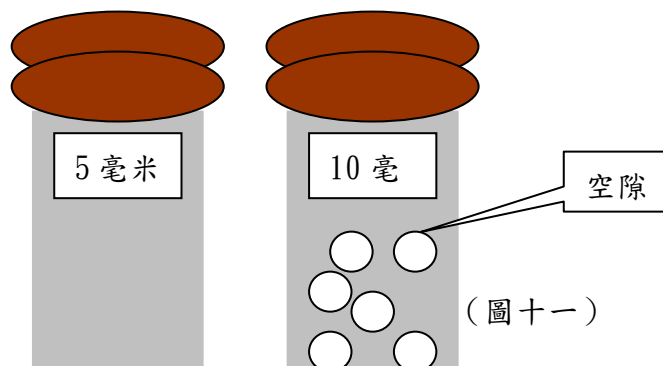
3. 觀察A組、B組等，二組其差異。

(二) 實驗柱體半徑大小之差別：

1. A組以紙黏土填上，插上牙籤，製造的半徑五毫米空隙。

B組以紙黏土填上，插上牙籤，製造的半徑十毫米空隙。

2. 將A組、B組等，兩圓柱體施壓。(見圖十一)



(圖十一)

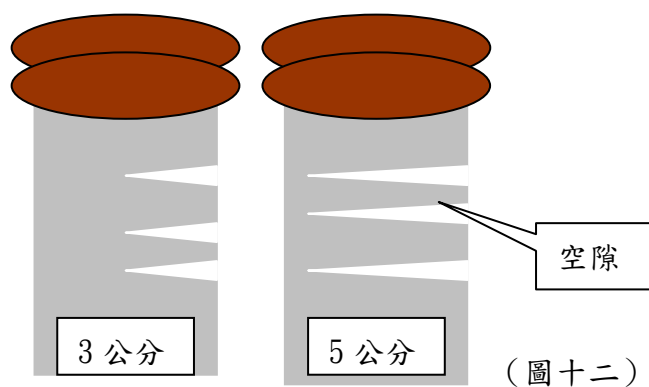
3. 觀察A組、B組等，兩組其差異。

(三) 實驗柱體空隙深度長短之差別：

1. A組以紙黏土填上，插上牙籤，製造半徑五毫米長三公分的空隙。

B 組以紙黏土填上，插上牙籤，製造半徑五毫米長五公分的空隙。

2. 將 A 組、B 組等，兩圓柱體施壓。(見圖十二)



3. 觀察 A 組、B 組等，兩組其差異。

陸、結果：

一、實驗柱體有無空隙，對柱體的影響：

	實驗次數	A 組	B 組	備 註
最大承載 重量	1	2500g	2900g	
	2	2700g	2800g	
	3	2600g	2900g	
	4	2500g	2700g	
	5	2400g	2700g	
	6	2700g	2800g	
	7	2700g	3000g	
	8	2400g	2800g	
	9	2500g	2700g	
	10	2400g	2700g	
	平均	2590g	2800g	
結果	B 組較佳，對於柱體而言，有空隙的能承載更大的重量。			

二、實驗柱體空隙半徑大小，對柱體的影響：

	實驗次數	A 組	B 組	備 註
最大承載 重量	1	3000g	3200g	
	2	3200g	3300g	
	3	3000g	3300g	
	4	2900g	3100g	

	5	3100g	3300g	
	6	2900g	3300g	
	7	2900g	3300g	
	8	2900g	3100g	
	9	2900g	3100g	
	10	3100g	3300g	
	平均	2990g	3230g	
結果	B 組較佳，對於柱體而言，有空隙以及半徑較大的能承載更大的重量。			

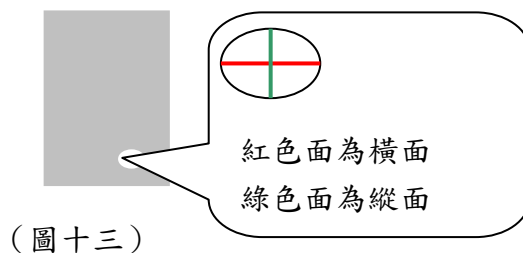
三、實驗柱體空隙深度長短，對柱體的影響：

	實驗次數	A 組	B 組	備 註
最大承載 重量	1	3400g	3400g	
	2	3300g	3700g	
	3	3300g	3600g	
	4	3400g	3700g	
	5	3300g	3500g	
	6	3400g	3600g	
	7	3300g	3700g	
	8	3200g	3600g	
	9	3200g	3400g	
	10	3400g	3700g	
	平均	3320g	3590g	
結果	B 組較佳，對於柱體而言，有空隙以及深度較大的能承載更大的重量。			

柒、討論：

- 一、藤壺附著於岩石的那一面可以發現坑坑洞洞的空隙，而半徑最大的不超過二毫米，而其他貝殼也發現類似的情形，有些無法以肉眼來觀察，另外這些甲殼撥開後，仍可看到空隙。
- 二、將甲殼撥開時，有些甲殼可以輕易的撥開（如牡蠣），這些甲殼的共通點皆為看不到空隙，以及每一片的甲殼厚度較薄；而另外不易撥開的甲殼（如藤壺），共通點皆為具有空隙，並且空隙分布平均。
- 三、甲殼的空隙，厚度一致，低於一毫米，呈環狀分布，進一步將甲殼撥開可發現每一片不但易碎，而且緊緊相連在一起。

- 四、由於甲殼中的每一個緊緊空隙相連，因此當我們將藤壺的甲殼外層撥開，留下坑坑洞洞的空隙，再向下壓，必須出極大的力氣，才能使其變形。
- 五、於海邊觀察時常可發現許多藤壺以橫放的姿勢疊在一起，並且大小不一致，有大有小，底層的藤壺卻沒有崩塌或者變形，而上層則至少有五、六個以上，甚至到十一個。另外底層通常為藤壺死亡所留下的甲殼，中間仍然有空隙。
- 六、柱體以紙黏土來做為材料，一是取材方便，二是以紙黏土可以模擬甲殼中的碳酸鈣所形成的結構；柱體以圓形瓶子來做為模型，可以塑造在現實生活的柱體；以一百公克的沙包加壓，可以模擬物體在柱體上加壓的情形。
- 七、紙漿的纖維大小，若大小不平均，在填製柱體，常會造成紙黏土之間產生不必要的空隙、接觸面空隙產生空隙，加壓柱體時便會產生誤差。
- 八、沙包加壓時若沙子分布不平均時，常常造成柱體毀壞時，加壓接觸面高度不一致，對整體而言會產生誤差。
- 九、以牙籤來鑽製空隙時，若兩個牙籤互相抵觸時，會造成兩個空隙連接，對整體而言會產生誤差。
- 十、空隙半徑較大，空隙縱面能支撐較大的力量，橫面也因為表面積的擴大而可以支撐更多重量，也可以與重量向下壓所造成彎曲變形的力量相抗衡。（縱面 橫面定義解說見圖十三）



（圖十三）

- 十一、空隙深度較長，空隙圓形的縱面支撐力量的較大，橫面也因為表面積的擴大而可以支撐更多重量，再加上深度加長，進而讓縱面與橫面也跟著膨脹變大。
- 十二、柱體具有空隙，並且半徑較大，深度較長，便能承載較大的重量，因此，假若柱子具備以上的優點，應該可以承載更大的重量，不易崩塌。

捌、結論：

一個柱體的承載重量大小，由壓力等於重量除以表面積可得知，柱體透過製造空隙使得「縱面」能支撐較大的力量，「橫面」也因為表面積的擴大而可以支撐更多重量，也可以與重量向下壓所造成彎曲變形的力量相抗衡；半徑加大，深度加長為擴大表面積。

玖、附錄圖片：

一、藤壺



二、藤壺的空隙



三、其他海洋生物甲殼



(牡蠣)

拾、參考資料：

台灣貝類資料庫 <http://shell.sinica.edu.tw/>

評	語
---	---

031608 自力造屋

1. 本件作品觀察自然界甲殼現象，並模擬探討材料空洞機械結構性質，建議宜再系統化掌控控制變因，探討分析物理力學機制與結構關係，並增加應用雛型製作，使作品內容更完整。
2. 另學生於甲殼結構應力作用之物理解釋宜搜查相關資料文獻，並深入應用於作品分析。