

中華民國第五十屆中小學科學展覽會

作品說明書

類 別：

科 別：自然科

組 別：物理組

作品名稱：義大利麵屋結構測試

關 鍵 詞：結構、

編 號：

義大利麵屋結構測試

摘要

我們在書上看到有人使用義大利麵來建造立體的結構，我們就想著可以使用義大利麵麵條取代鋼筋水泥來測試結構的強度，經過討論之後我們決定以麵條的形狀及長度、麵條的多邊形、麵條之間交叉的結構來測試麵條的支撐力。

壹、 研究動機

蓋房子的時候，結構是最重要的因素，也是一棟房屋是否堅固最重要的影響條件，但是使用鋼筋來測試成本較高，所以我們利用麵條來取代鋼筋進行模擬，希望可以找出符合成本考量的較佳結構。

貳、 研究目的

- 一、測試麵條長度的支撐力。
- 二、測試麵條不同的平面形狀的支撐力。
- 三、測試平面之間架構不同的支撐形狀的支撐力。

參、 研究設備及器材

麵條 圓形有孔的球 熱熔膠 塑膠盤 螺帽

肆、 研究過程及方法

- 一、實驗一：以 9 公分長的麵條，分別排成 2*2 /3*3 /4*4 /5*5 /6*6 /7*7 /8*8 /9*9 /10*10 的四方型，不使用熱熔膠固定，架好之後放置塑膠盤再疊上螺帽測試支撐力。
- 二、實驗二：以 9 公分長的麵條，分別排成三邊形、四邊形、六邊形、八邊形來測試支撐力。
- 三、實驗三：以 9 公分長的麵條，排成 10*10 的正方體，在側面各加上十字形的交叉，測試結構的支撐力，並在四個頂點的對角接上麵條，測試結構的支撐力。
- 四、實驗四：使用不同的物質來作為麵條結構的連接點，測試結構的支撐力。
- 五、實驗五：使用不同的麵條，改變麵條的擺放方向及不同的結構來測試結構的支撐力。

伍、研究結果：

一、實驗一：(無熱熔膠)

麵條高度	底面形狀 (A)	支撐力 (B)	底面積平均支撐力 (B/A)
9 公分	2 公分*2 公分	180gw	45.00gw/cm ²
	3 公分*3 公分	250gw	27.78gw/cm ²
	4 公分*4 公分	240gw	15.00gw/cm ²
	5 公分*5 公分	350gw	14.00gw/cm ²
	6 公分*6 公分	270gw	7.50gw/cm ²
	7 公分*7 公分	350gw	7.14gw/cm ²
	8 公分*8 公分	320gw	5.00gw/cm ²
	9 公分*9 公分	300gw	3.70gw/cm ²
	10 公分*10 公分	315gw	3.15gw/cm ²

二、實驗二：(無熱熔膠)

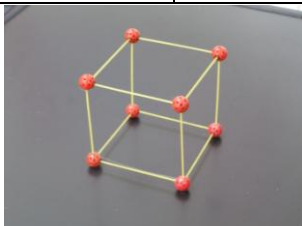
高度	底面形狀	底面邊長	底面積	支撐力	麵條平均載重	底面積平均支撐力
說明	A	B	C	D	D/A	D/C
9 公分	三邊形	6 公分	15.59cm ²	220gw	73.3gw/麵條	14.11gw/cm ²
	四邊形	5 公分	25.00cm ²	350gw	87.5gw/麵條	14.00gw/cm ²
	六邊形	2 公分	16.00cm ²	470gw	78.3gw/麵條	29.38gw/cm ²
	八邊形	2 公分	24.00cm ²	520gw	65.0gw/麵條	21.67gw/cm ²

三、實驗三：(有熱熔膠接著)

形狀(底面積:100 cm ²)	支撐力 (A)	形狀(底面積:100 cm ²)	支撐力 (A)
	1720 gw		1000 gw
	麵條重 (B)		麵條重 (B)
	3.11 gw		3.57 gw
	載重倍數 (A/B)		載重倍數 (A/B)
	553.05 倍		280.11 倍
	底面積平均支撐力		底面積平均支撐力
	17.20gw/cm ²		10.00gw/cm ²

四、實驗四：不同的接點，以圓球來取代熱熔膠

邊長	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分	7 公分
支撐力	1650gw	925gw	600gw	540gw	460gw

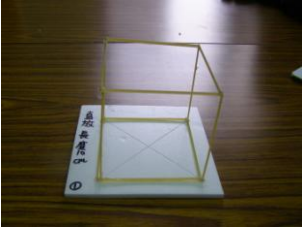



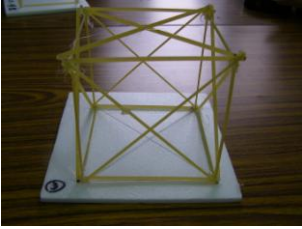
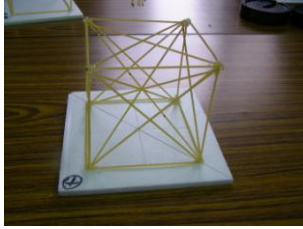
以圓球作為連接點

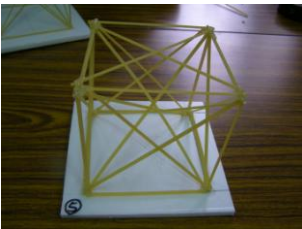
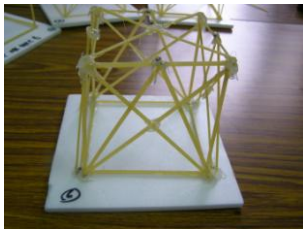


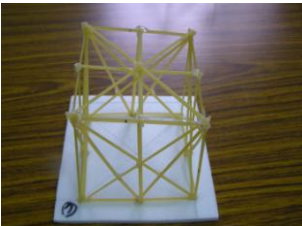
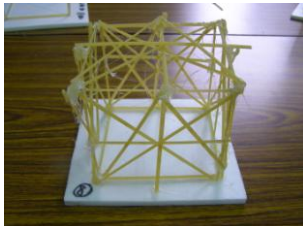
進行載重實驗

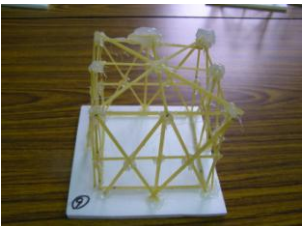
五、實驗五：

實驗五-1 (粗麵條一直放)		實驗五-2 (粗麵條一橫放)	
形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)	形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)
	250 gw		300gw
	麵條重 (B)		麵條重 (B)
	13.8gw		14.6gw
	載重倍數 (A/B)		載重倍數 (A/B)
	18.12 倍		20.55 倍
	底面積平均支撐力		底面積平均支撐力
2.50gw/cm ²	3.00gw/cm ²		

實驗五-3 (粗麵條一直放)		實驗五-4 (細麵條)	
形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)	形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)
	2840gw		1435gw
	麵條重 (B)		麵條重 (B)
	20.8gw		17.0gw
	載重倍數 (A/B)		載重倍數 (A/B)
	136.54 倍		84.41 倍
	底面積平均支撐力		底面積平均支撐力
28.40gw/cm ²	14.35gw/cm ²		

實驗五-5 (粗麵條一橫放)		實驗五-6 (粗麵條一直放)	
形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)	形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)
	2800gw		6520gw
	麵條重 (B)		麵條重 (B)
	25.3gw		32.4gw
	載重倍數 (A/B)		載重倍數 (A/B)
	110.67 倍		201.23 倍
	底面積平均支撐力		底面積平均支撐力
28.00gw/cm ²	65.20gw/cm ²		

實驗五-7 (粗麵條一直放)		實驗五-8 (粗麵條一橫放)	
形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)	形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)
	7275gw		4900gw
	麵條重 (B)		麵條重 (B)
	30.1gw		43.3gw
	載重倍數 (A/B)		載重倍數 (A/B)
	241.69 倍		113.16 倍
底面積平均支撐力		底面積平均支撐力	
	72.75gw/cm ²		49.00gw/cm ²

實驗五-9 (粗麵條一直放)	
形狀(底面積: 100 cm ²)	支撐力 (A)
	15300gw
	麵條重 (B)
	47.5gw
	載重倍數 (A/B)
	322.10 倍
底面積平均支撐力	
	153.00gw/cm ²

陸、討論

一、麵條斷裂情形：

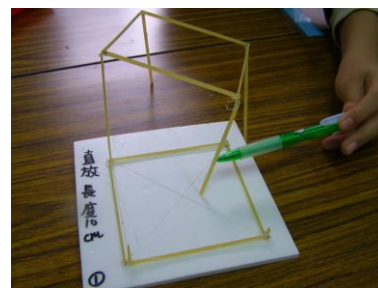
1.五之 1



裝置完成



一下子就倒了



從直立的麵條先斷

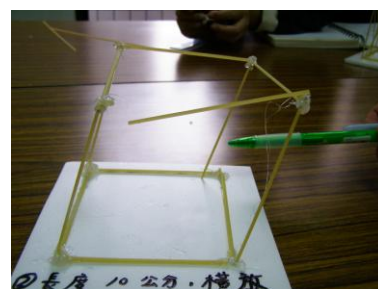
2.五之 2



可能因為重心不穩而扭曲

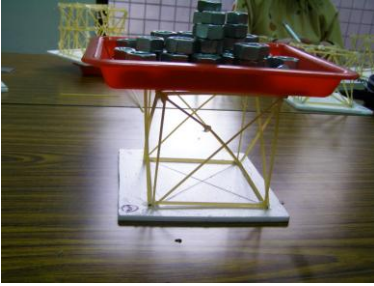


往斜的方向倒下

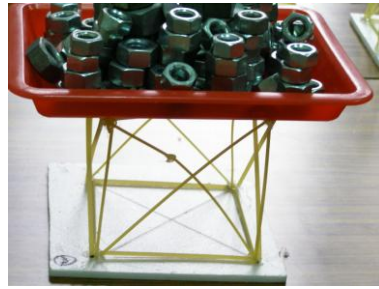


斷在接頭處

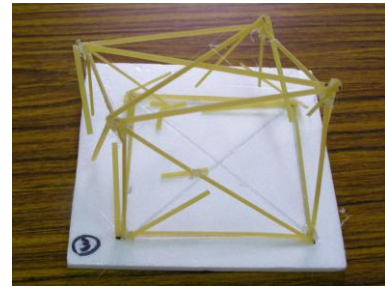
3.五之 3



可以承受很大的重量

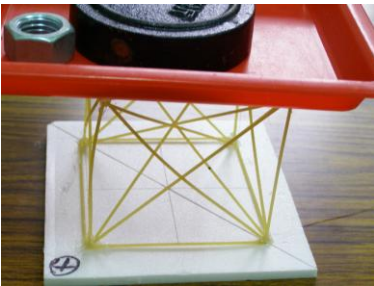


側面的交叉接頭先變形



直立的麵條先斷

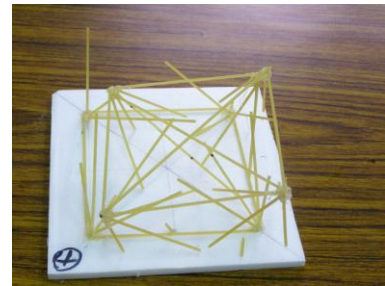
4.五之 4



左方的直立麵條先變形



往斜的方向倒下



直立及側面交叉處均多處斷裂

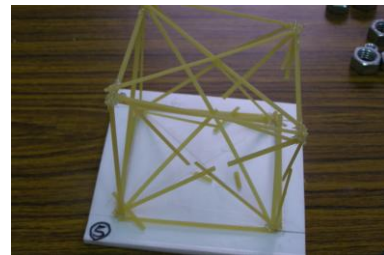
5.五之 5



右方的直立麵條先變形

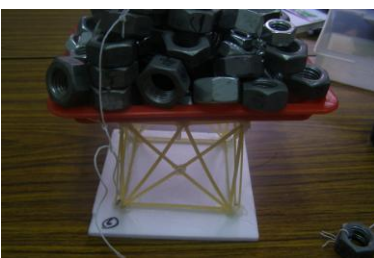


往垂直的方向倒下



斷裂處比較整齊

6.五之 6



放好多螺帽
但是有點傾斜

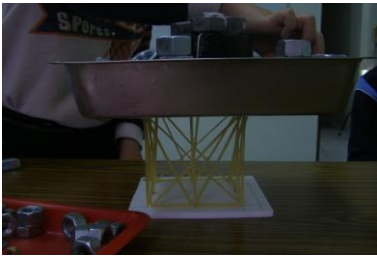


垂直壓在麵條結構上
像世貿大樓倒下的方式



麵條斷裂處及斷裂痕跡
都非常整齊

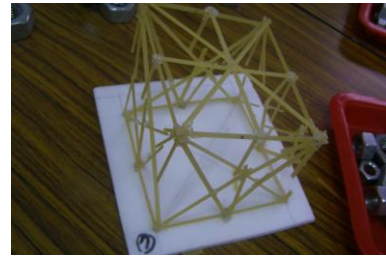
7.五之 7



結構很穩定

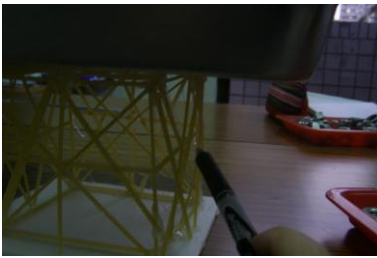


往斜前方倒下

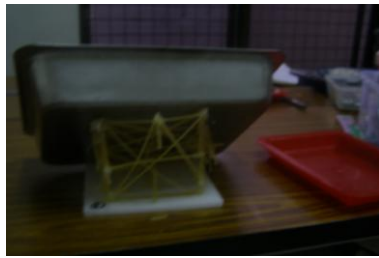


斷裂的都是直立的麵條

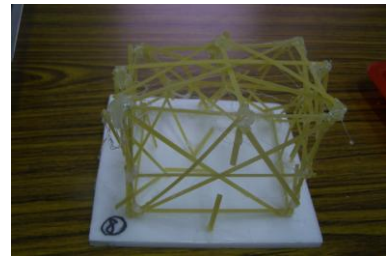
8.五之 8



有一根麵條變形了
(往外彎曲變形)

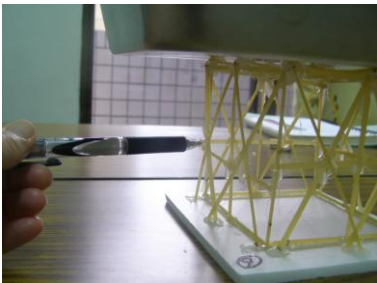


往斜前方倒下



左上方的麵條直立及斜的
交叉均斷裂
其他則是直立的麵條斷裂

9.五之 9



有一根麵條變形了
(往外彎曲變形)



好多的螺帽



四邊的直立麵條都斷了
直立的麵條先斷裂再壓斷側面

10.交叉比較

		麵條	擺放	載重	說明
3 與 4	3	粗	直放	2840	麵條粗細不同，支撐力也不同
	4	細	圓形	1435	
3 與 5	3	粗	直放	2840	每一面加上交叉的結構
	5	粗	橫放	2800	每一面加上交叉的結構，對角再加上一條最長的麵條，對支撐力沒有幫助。
3 與 6	3	粗	直放	2840	與 3 號不同的是，6 號的結構是 3 號的構造為基礎，然後在頂端橫的麵條中間再加兩條麵條到底部的接點，支撐力有明顯的增加。
	6	粗	直放	6520	
6 與 7	6	粗	直放	6520	與 6 號不同的 7 號是在頂端橫的麵條中間再加一條直立的麵條，從這一條麵條底部再加兩條麵條到頂端的接點，7 號的支撐力較大。
	7	粗	直放	7275	
6 與 8	6	粗	直放	6520	與 6 號不同的是 8 號麵條為橫放，除了 6 號的交叉結構，8 號側面的麵條間，加了十字形的麵條，但是支撐力反而下降，再次證明麵條橫放的支撐力較弱。
	8	粗	橫放	4900	
6、7 與 9	6	粗	直放	6520	9 號的結構是 6 號加 7 號，在每一邊的中間加上一條麵條（成十字型），在中間直立的麵條各對上下的結點接上一條麵條，結果支撐力比 6 號加 7 號更大，可見如何有效減輕直立的麵條的負擔，將壓力分散可以有效增加結構的支撐力。
	7	粗	直放	7275	
	9	粗	直放	15300	

柒、結論

- 一、六邊形的結構支撐力最大。
- 二、粗細不同的麵條，支撐力不同。
- 三、以粗的麵條而言，將麵條直放與橫放作比較，麵條直放的支撐力較大，也同時見證到為何鋼骨結構的鋼骨為長方形以及家裡天花板上的屋樑也是成直立的長方形。
- 四、在一個支撐面上加上斜的交叉構造可以增加支撐力，但是若在最長的對角線加上麵條則對支撐力的幫助不大，而且也不符合房屋結構的現況。
- 五、在支撐面的中間再加上麵條協助分散類似橫樑的麵條的支撐力，然後在支撐面的接點再加上斜的麵條，可以大幅提高麵條的支撐力。
- 六、大部分的麵條屋斷裂時，都是直立的麵條（類似柱子）先斷裂，斜的支撐面再斷裂，橫的麵條（類似橫樑）則較少斷裂。
- 七、結構的重心若偏移，則載重力減弱麵條容易偏移變形而斷裂。
- 八、使用熱熔膠比較容易固定義大利麵條，但若是無法均勻熔接在接點上，可能造成重心的偏移或支撐力的不平均，影響結構的穩定度。

捌、參考資料

1. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005033005871>
2. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1007012107206>
3. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405122409312>
4. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509100104027>
5. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005032903531>
6. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509100405326>