

第五章 分析結果之討論

本論文共有四組參考設計組合，整理如圖 5-1 所示，而本章節比較其影響位移量的因素，並根據流程圖選取一組較佳的设计組合。

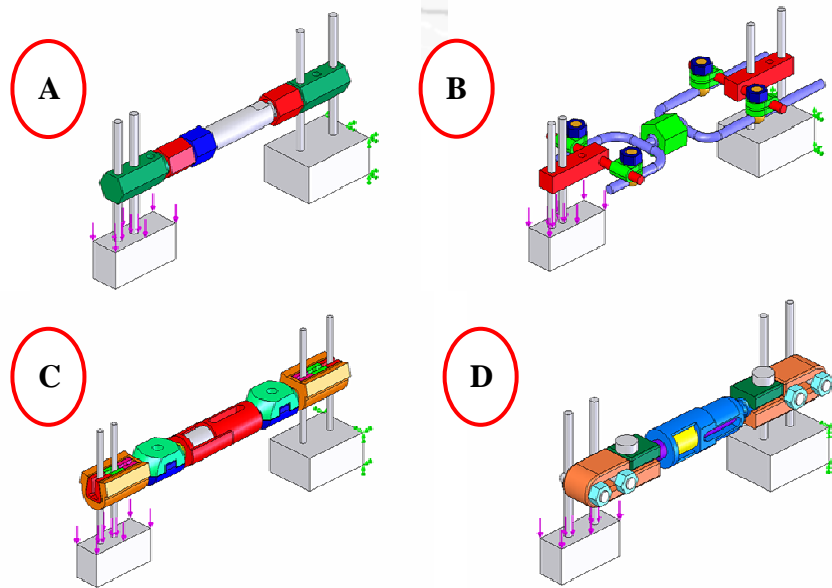


圖 5-1 四組設計組合，A 為 TRUAMA-FIX，B 為 Design-ref，
C 為 Design-1，D 為 Design-2。

5-1 幾何因素

每組設計組合共有 9 組專案，9 組專案中分為 10N、20N 和 30N 三種施力，則圖 5-2 至圖 5-4 分別為 Al、PC 和 ABS 在不同施力大小下各設計組合之位移量比較圖，不論材料為 Al、PC 和 ABS，其位移量由小至大依序為 Design-2、Design-1、TRAUMA-FIX 和 Design-ref。

在圖 5-2 其四種設計組合皆使用材料 Al，由圖 5-2 得知 Design-ref 的曲線斜率較其他三組設計組合來的大，這是因為 Design-ref 的幾何形狀是使用細長 U 型桿的概念；TRAUMA-FIX、Design-1 和 Design-2 其曲線斜率在施力 20N 之後呈現相

同的變化，施力 10N 時其三組設計組合有相同的位移量，雖然使用非線性分析模式，但施力 10N 對於這三組的設計組合可屬於微小的施力，因此有相同的位移量；圖 5-3 和圖 5-4 材料 PC 與 ABS 在三種施力下，Design-1 和 Design-2 位移量差距呈固定的 1.4 倍，且低於參考設計組合 TRAUMA-FIX 和 Design-ref 的位移量，而此時 Design-ref 過高的位移量已不符合臨床上使用的目的。

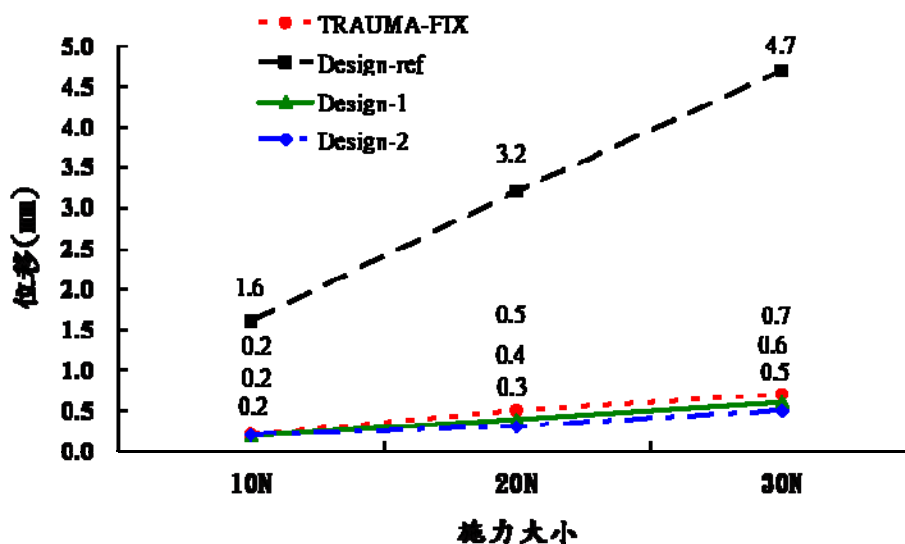


圖 5-2 材料 Al 在不同施力大小下各設計組合之位移量比較圖

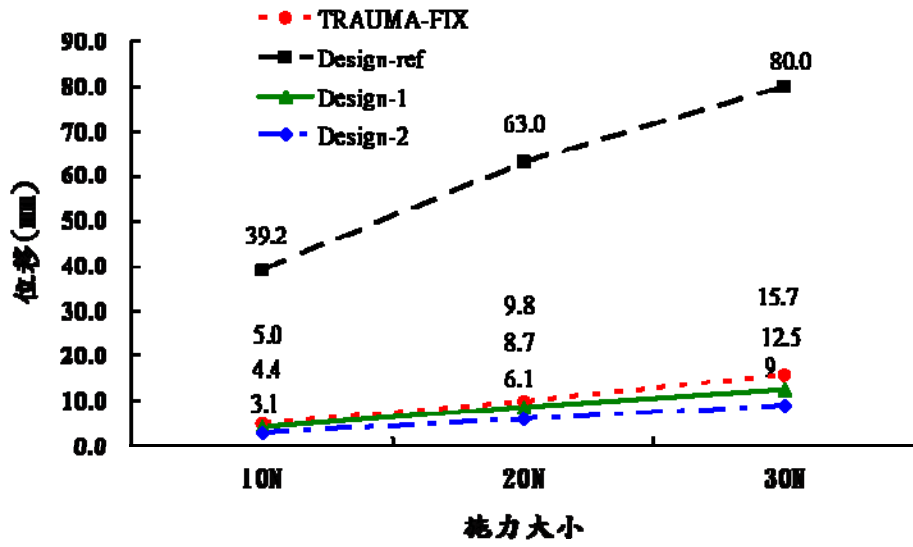


圖 5-3 材料 PC 在不同施力大小下各設計組合之位移量比較圖

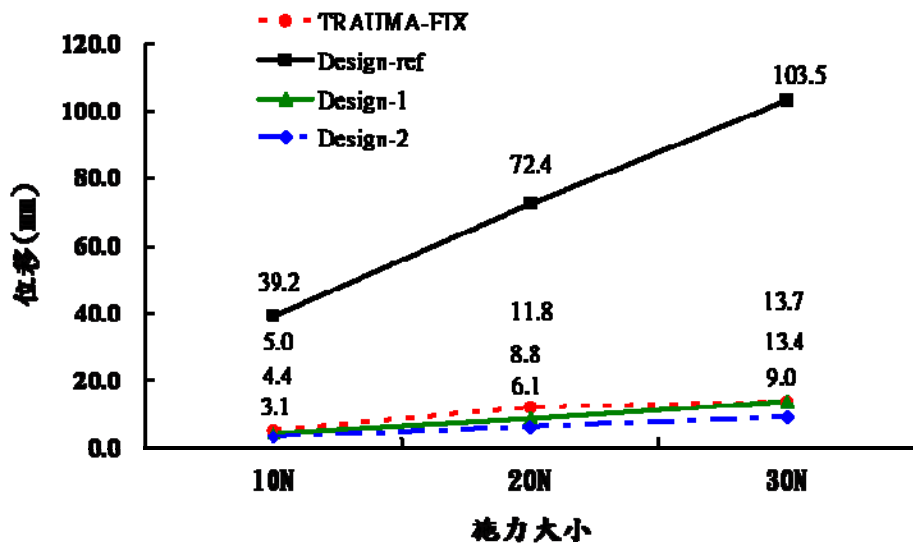


圖 5-4 材料 ABS 在不同施力大小下各設計組合之位移量比較圖

圖 5-5 可看出四組設計之幾何形狀的明顯差異性，Design-1 和 Design-2 之實體是以快速原型 SLA 製程製做的，Design-ref 是以細長的 U 型桿設計概念外，TRAUMA-FIX、Design-1 和 Design-2 整體上都是採用棒型的設計概念，Design-1 和 Design-2 設計上是以塑膠化的觀點，故其幾何尺寸上較為粗大，但 Design-1 的整體尺寸比 Design-2 長，而變形量的發生類似於懸臂樑結構的變化，所以在幾何因素設計上，除了明顯看出 Design-ref 的細長幾何形狀並不適合用於塑膠化的概念。



圖 5-5 四個設計組合整體形狀比較

Design-1 和 Design-2 棒型的中間體幾何形狀概念是參考 TRAUMA-FIX，球接頭和其後面所接的圓棒皆加大 2mm，不但能達到牽引整復功能，也可以減少位移量，又以 Design-2 的設計減少最多的位移量，所以由幾何因素觀察得到，整體長度須配合醫學臨床上所需的空間外，最好能以粗大的方向設計。

5-2 材料與施力大小因素

本論文分為 AI、PC 和 ABS 三種材料導入四種設計組合分析比較之，比較結果如圖 5-6 至 5-9 所示，圖 5-6 材料為 AI 時，其位移量變化和施力大小的差距成一定比例，而材料 PC 和 ABS 除了在施力 10N 下有相同的變化量；圖 5-7 中 Design-ref 設計組合亦有相同情況發生；圖 5-8 中的 Design-1 設計組合，材料 AI 其位移量變化和施力大小的差距成一定比例，而材料為 PC 和 ABS 在施力 10N 與 20N 時有相同的位移量，但在 30N 時 ABS 和 PC 的位移量差距為 1.1 倍；圖 5-9 中的 Design-2 設計組合，材料 AI 其位移量變化和施力大小的差距成一定比例，但材料 PC 和 ABS 在 20N 與 30N 下的位移量皆相同。

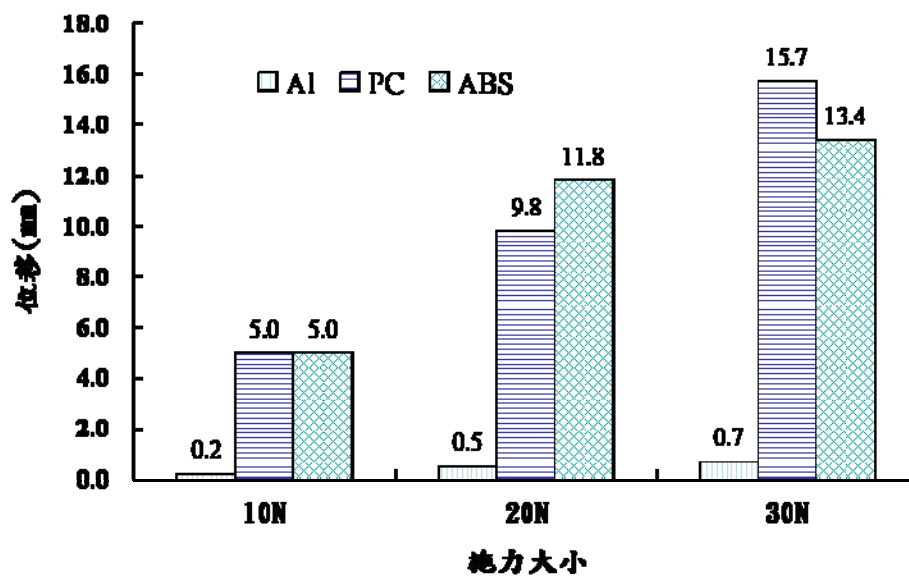


圖 5-6 TRAUMA-FIX 在不同材料中的位移量比較圖

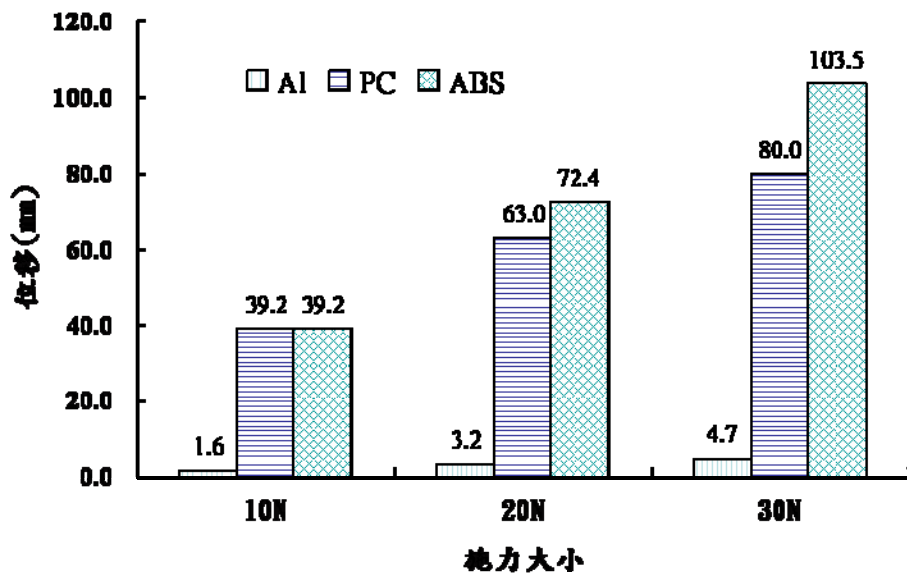


圖 5-7 Design-ref 在不同材料中的位移量比較圖

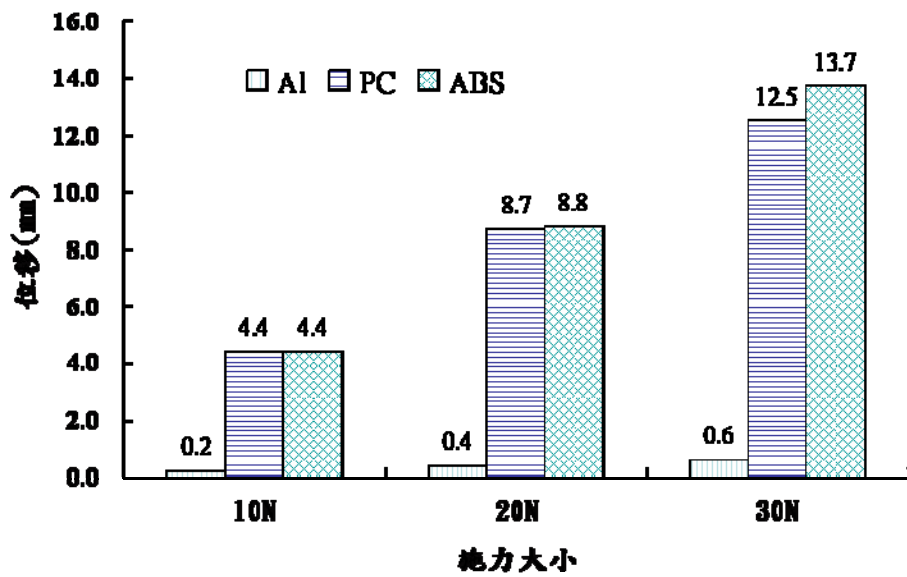


圖 5-8 Design-1 在不同材料中的位移量比較圖

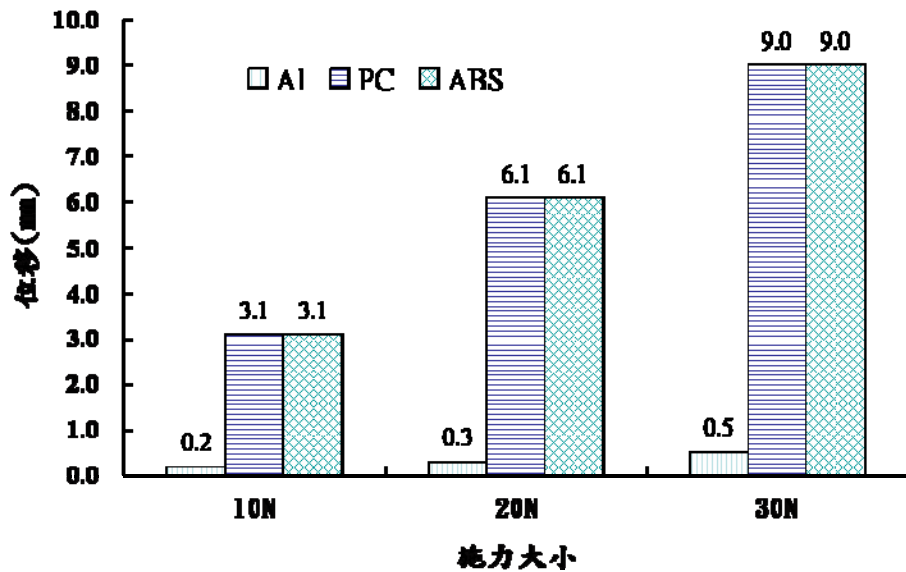


圖 5-9 Design-2 在不同材料中的位移量比較圖

在四組設計組合中，材料 AI 的位移量變化與施力大小變化之比值皆相同，但材料 PC 和 ABS 中，只有 Design-2 在其三種施力下產生相同的位移量，因為 PC 和 ABS 材料性質中有相同的楊氏系數，而其三種施力大小對 Design-2 的材料 PC 和 ABS 皆未達到降伏強度，所以有相同的位移量；由第四章和第五章可知，參考設計組合 TRAUMA-FIX 和 Design-ref 只有在 10N 時，材料 PC 和 ABS 未超過降伏強度，且 Design-ref 的位移量過大，而 Design-1 在施力 30N 下已接近材料 PC 和 ABS 的降伏強度了。

因此施力大小與材料關係是必須注意的，過大的施力超過或接近降伏強度而進入其材料應力-應變曲線的水平部份，造成位移量突破增高；再綜合幾何因素，發現設計組合的幾何尺寸也會影響固定器本體之應力集中處，又以斷面變化最大的球接頭位置為主要應力集中處，尺寸較小的設計在相同施力下容易達到其材料的降伏強度；整體而言，四組設計組合中以 Design-2 的位移量最小，在施力範圍裡，其材料皆未達到降伏強度，所以本論文以 Design-2 做設計變更和實驗驗證等工作。