



技術報導

中國技術學院土木及防災研究所副教授、中華民國建築技術學會學術委員會主任委員／宋永鑾

建築物傾斜扶正新工法簡介

壹、前言

近年來由於地震及建築工程地下室之深開挖之影響，造成建築物產生不均勻沉陷而傾斜，目前國內所採用之一般扶正工法種類繁多，各具有優缺點，唯大多數工法費時、費工且容易造成建築物二次傷害。嚴重者更可能對鄰房造成影響，另有些建築物限於環境無法採用現行之一般工法施工，因而至今仍未扶正，除具有潛在之危險性，亦使得其本身居住品質及不動產價值下降。本工法簡稱JOG工法（Jacking of Grout），在台灣、日本及韓國計有120棟以上之扶正案例實績，是採用日本新開發之急速高強度發現型恆久性超微粒子水泥漿以自動化方式控制注入壓力、注入時間、注入量、凝結時間及注入頻率，並配合各項監測系統，使各種不同構造之建築物在各種環境下均能採用此工法，確實復原因不均勻沉陷傾斜之建物，並使二次傷害減到最低，同時並以實例說明本扶正工法之特長，提供各位工程界先進參考。

貳、JOG工法之特長

1. 建物周圍不需進行大規模挖掘作業。
2. 施工期短（通常2~3週間）。
3. 對建物不做局部勉強之施壓，所以對建物之二次

傷害可減至最低。

4. 不影響隔鄰建物，只對目標建物進行扶正工作。
5. 無噪音、無震動的工法。
6. 大規模之建物亦可扶正。
7. 以mm(1/10公分)之單位精度調整復原。

參、JOG工法之適用範圍

建築物由於鄰近工程開挖影響或地震時土壤液化使地盤產生不均勻沉陷而造成傾斜，JOG工法是最適用之復原工法。

（一）適用條件

1. 直接基礎構造之建物。

（適合筏式基礎構造，獨立基礎之基腳如有相當的底面積亦適用）

2. 仍保有建物（含基礎、地中樑）剛性之構造物。

（二）不適用範圍

1. 基樁基礎構造之建物。
2. 建物之主要結構（樑、柱、板）已彎曲、破壞之建物。

（三）必須慎重檢討的條件

1. 基礎附近或下方維生系統及附屬建物之現況。

2.支持地盤是壓縮性土壤所構成。

[粘性土壤因特有壓密排水速度之不同會產生不同壓縮之情況，為推定收束值，需反覆的作上移(再下沉測定)再上移之作業。]

肆、施工流程

(一) 假設工程

1.設備用地：

設備用地及材料存放需要30~40 m²左右，為了防止災害發生，須以安全網施作安全措施。



圖1 現場施工機具配置

2.工程用電氣設備：

機械設備所需（3相220V，2KW以上動力用電）之電源，由電源連接至主機設備之一次配電盤為止。

鑽孔用（單相110V，2KW以內）及量測用（單孔110V，2KW以內）由屋內插座提供即可。

3.工程用水：

在主機設備處，提供30~40 l/min左右之自來用水。

4.配管配線之概要及其保護設施：

如果橫過道路之現有排水等管線無法利用時，於橫過道路處理設 ϕ 150mm之管線，作為工程配管配線使用，其配管配線概要如圖2。

5.設置注入管、開關閥、配管等之空間：

扶正工程施工時須在地下室或筏式基礎底板上方設置注入管、開關閥、配管等，因此在施工期間，需空出部分空間以供工程施工使用。

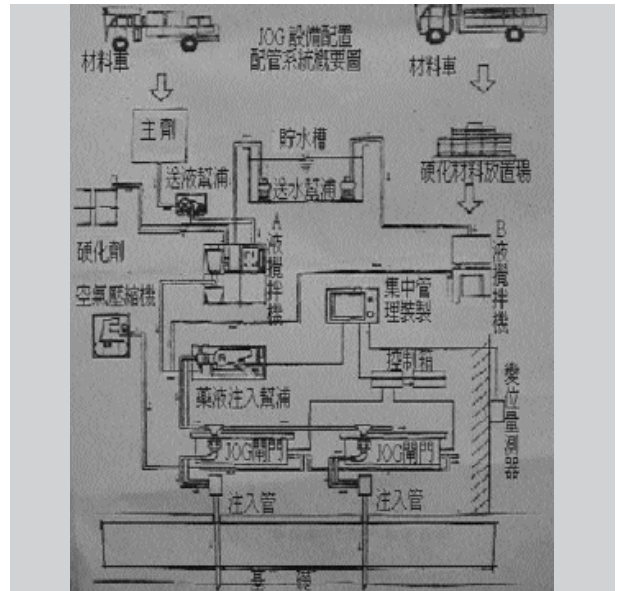


圖2 配管配線概要圖

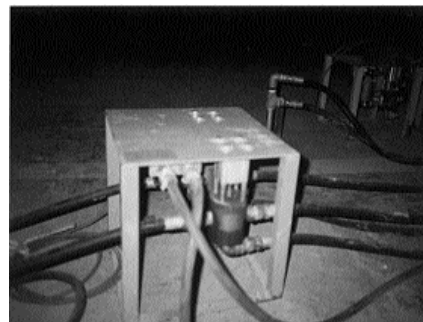


圖3 開關閥

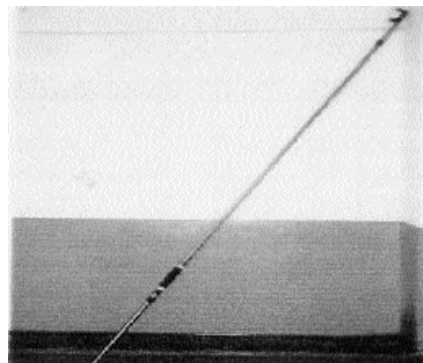


圖4 注入管全圖

(二) 鑽孔作業

由結構體之載重、構造、基礎剛性及鄰接建築物之狀況來判斷，在適當之位置進行穿孔貫穿至基礎下端。為達到平均注入之目標在扶正施工面平均配置注入管，使其管口先端位於基礎下端位置，並於所定的孔位處以

螺栓固定於混凝土面上，以鑽孔機鑽孔。

用 $\phi 100\text{mm}$ 的套管貫穿樓板，碰到大底承壓版時以 $\phi 40\text{mm}$ 套管注水穿孔貫穿至基礎下方。

另外，若有地下水噴出之情形時，則以瞬結藥液水泥漿注入等對應之。



圖5 鑽孔

(三) 注入管設置

鑽孔完成後，將注入管放置所定深度注水排土。

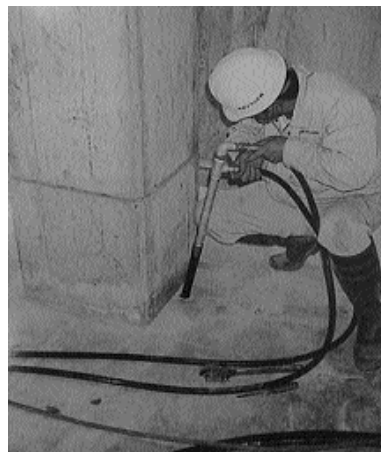


圖6 安裝注入管



圖7 完成圖

(四) 配管、配線及監測裝置設置

將已設置之注入管與自動切換閥裝置及幫浦連接，然後分別與集中控制盤連線，以及裝設必要之監測設備。

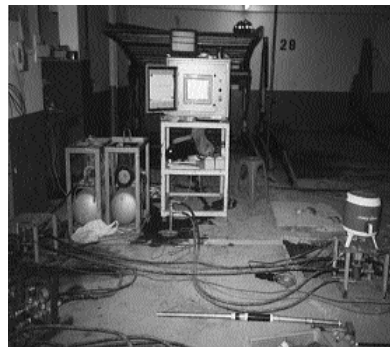


圖8 配管配線



圖9 基礎底部隆起變位計測

(五) 注入

配合灌注目標所需，調整藥液水泥漿配比，並由中央控制盤控制間歇開關系統時間等，並遵照以下要領施行注入作業。

1. 反力形成注入

透過各注入管，以間歇性方式注入具割裂滲透性質的中結性耐久藥液水泥漿於基礎下方支撐地盤內。於注入管中心形成半球狀之改良體，藉由此改良體之擴大而對支撐地盤作強制性壓密強化，使地盤充分產生反力。

為使結構體之荷重於反力形成時有效作用，配合變

位反應作微調之處理，灌注採用間歇式注入方式，加上注入方式專用之自動切換閘門，集中控制裝置等相關電腦控制系統，利用變位量測裝置可掌握結構體的傾斜水平變化，配合復原狀況，隨時調整間歇注入之設定值。

2.扶正注入

扶正注入方式乃利用藥液水泥漿注入地盤時所發生強大的『液體楔形力』將不均勻沉陷結構體上抬扶正之技術，持續注入之瞬結性藥液水泥漿，由於先行注入地盤產生割裂滲透之凝固體尚在強度形成途中，因此可容易對其產生脈狀割裂滲入。

所注入之藥液水泥漿在特定領域內以液狀進行擴張行為，但也同時由於本體的初凝時間，而產生流動的制止力，因此在細薄的圓盤狀液層上下傳導強大的壓力，此壓力稱為『液狀楔形力』，是注入方式的基本性能作用，舉例而言，『液狀楔形力』以 $\phi 2.00\text{m}$ 口徑作用於1個點，平均產生2MP的壓力，此壓力隨結構體重量等會有所改變，此時採用可調整注入作業順序之間歇式注入方式作業，以一台幫浦對應相當數量之注入孔，而且可使結構體之重量集中於1個點上，並利用已形成之地盤反力之蓄壓作用，產生抬升力。

3.縫隙產生時之充填注入

於達到所定扶正目標值，完成送水作業後，使用中結性藥液水泥漿進行注入以填補周邊產生之隙縫，使其整體受壓狀況平均化。

4.測定『再沉陷』

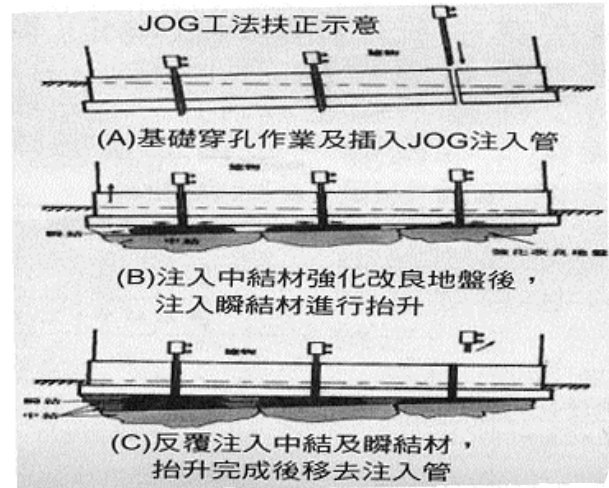
針對土壤回復作用所產生的再沉陷進行量測，同時檢核地盤下方之壓密性。並由回沉曲線來推估其收束值，以作為是否達到扶正目標值之參考。上述流程作業雖成一系統，於扶正注入時，標準上需反覆上述的2、3作業，使結構體逐漸朝扶正目標值接近。

(六)復原會勘

(七)注入管之切斷撤除及器材設備撤

除

伍、JOG 工法扶正示意圖



陸、管理計劃

(一)監測管理

扶正監測方式，基本上使用垂球、經緯儀、雷射水準儀，並將高精度變位計測儀裝置信號的超音波感應器集中管理讀取、藉此可隨時同步顯示JOG控制之基本資料，進行構造物扶正監測。



(二) 外部管理

除了注入對象構造物的變位量測之外，另外對外圍周邊之變化狀況亦需進行監測管理。於必要時，中止工程進行，檢討因應對策。

(三) 藥液水泥漿溢出管理

在使用間歇式注入方式時，由於初凝時間的關係，需時常檢查是否有藥液水泥漿溢出至所定範圍外而造成工程無法順利之情形，特別是維生及排水管線相近的地方，需多加注意。

柒、板橋市某大樓案例介紹

(一) 扶正前狀況

板橋市某大樓受到鄰棟地下開挖工程之影響造成不均勻沉陷，當時僅有稍許之傾斜，又因921地震影響使其傾斜情形加劇。

921震災後實施測量結果，東西向傾斜率為1/1000，南北向為1/149。鄰棟建物地下開挖時造成地盤支持力偏向北，推測在地震時因為加速度之影響而造成傾斜率增大。

(二) 扶正後狀況

1. 監測點及注入孔配置

標的物四周之主要水平監測，及其注入孔配置如圖12。

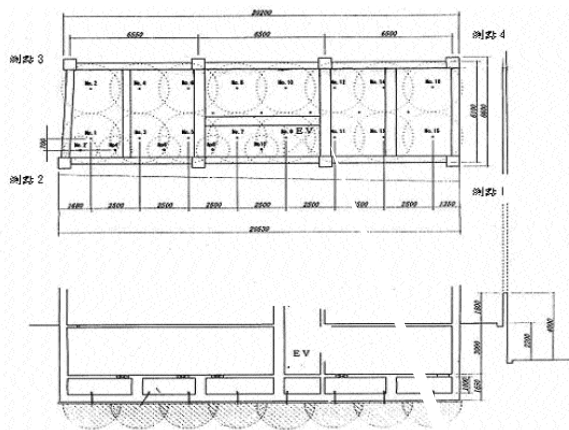


圖12 注入管配置及剖面示意圖

2. 施工前後量測數據比較表

施工後量測結果，測點3抬升60mm，其餘測點之數值也比施工前計測值大，而以測點3為基準點之相對水平差如表1，顯示建物傾斜已修正至接近垂直狀態。

	測點1	測點2	測點3	測點4
施工前沉陷量(A)	-113	-34	0	-78
施工扶正量(B)	+173	+93	+60	+138
施工後時水平(A+B)	+60	+59	+60	+60
以測點3為基準的最後沉陷量	0	-1	0	0

表1 最終測量結果(mm)

3. 施工前後數據量測示意圖

以測點3為基準，其施工前後相對水平差量測結果如圖13、14所示。

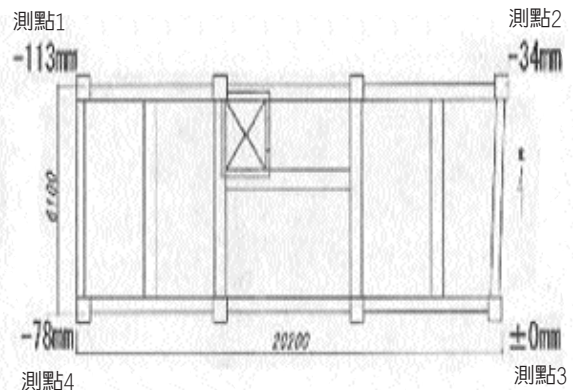


圖13 施工前量測

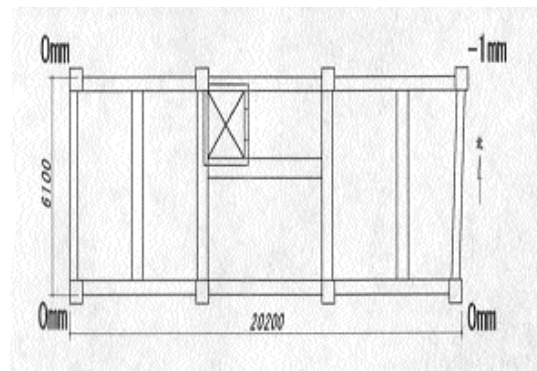


圖14 施工後量測



圖15 施工前



圖16 施工後

4.施工前後之照片比較(見圖15、16)。

捌、結語

1.本工法注入時藉由配比設計可調整其瞬間凝結時間，因此藥物注入範圍可有效控制，而不致影響鄰房及附屬設施。

2.本工法採自動化方式控制注入量與時間，並藉由其監測系統與中央控制系統之聯結，可有效控制其抬升



圖17
施工前北鄰
建物間距離
=55mm



圖18
施工後北鄰
建物間距離
=300mm

量與傾斜量。

3.本工法對建築物整體地盤進行平均注入，其每次抬升高度以mm計算，對結構體之影響及損傷可降至最低。

4.由傾斜量與水準推移圖顯示，如建築物之地層屬黏土層，於扶正過程中會有回沉現象，直至達扶正之目標值且呈穩定狀態時，扶正工作完成。

5.如在施工前、中、後應作好標的物之各項調查工作，如建築物之現況、地質狀況、維生管線、鄰房現況等，另外施工中更須加強進行水平、傾斜、變位、隆起等各項監測工作，以便適時調整注入之時間、配比與注入量，使得扶正之二次傷害可以降至最低，而能得到預期之效果。

6.除經由板橋市某大樓扶正過程與結果外，日本土木技術期刊第50卷11號及日本土木學會誌2003年8月號曾詳述本工法之理論與材料實驗數據，並有120件以上之扶正工程實績。由此可得知本工法具有上述之優點，為一值得推廣之扶正工法。■