

介紹

1. 使用範圍

碎石機與篩洗機乃是碎石場中之三項機具設備，其中篩洗機係指碎石設備中的“篩分系統”與“清洗系統”。一般建築營造業所使用之混凝土材料中包含了粗、細骨材兩類。粗骨材一般均能由河床上取得，但此種天然骨材之級配與細度模數均難以完全符合工程上實際所須，且天然骨材之來源有限，故必須藉由人工之方式加以碾軋研磨，以取得符合工程上所須之粗細骨材，而此種設備即為“碎石設備”。一般之碎石設備係包含了：

- (1) 碎石機(crusher)
- (2) 篩分系統(screening system)
- (3) 清洗系統(washing system)
- (4) 皮帶輸送系統(belt conveyor system)。

本篇主要是針對碎石設備中之碎石機、篩分系統，與清洗系統來作介紹。至於皮帶輸送系統請參閱營造安全資料表SDS-E-0330036「輸送機」。

2. 解釋名詞

- (1) 碎石機(crusher)：係用來將大塊石料軋成所須碎石塊之機具。一般可分為粗骨材碎石機與細骨材碎石機兩大類。

粗骨材碎石機一般有：

- A. 顎式碎石機(jaw crusher)：又稱齒板碎石機(俗稱石虎)，多用於礦石、石灰石、花崗石、溪石等之初次軋軋，最大可將100cm塊徑之石塊軋成20cm以下之碎石。其構造如圖1。
- B. 錐式碎石機(gyratory crusher)：又稱旋轉式碎石機，多用作第二次軋壓。經此碎石機磨軋後，大部份即為可用之粗骨材材料，而其細小顆粒通常作為細骨材磨軋之原料，其構造如圖2、照片4。

細骨材碎石機一般稱為製砂機(sand crushers)一般有：

- C. 旋轉輪(gyradisk)製砂機：此型製砂機屬乾式，其餵料原料之含水量不得超過3%，而在1.5%以下最為適宜。其構造如圖

3。

D. 棒磨式製砂機：屬濕式製砂機，磨軋後之砂料須經脫水機脫水後始可堆存備用。常用之脫水機為螺旋輸送機 (**screw conveyor**)，其脫水後所排出之污水須設有沉澱池來處理，以免造成環境污染問題。

(2) 篩分系統：係一能將石料按須要級配等級予以劃分之機具設備，其篩孔口徑多以美國標準篩 (**American standard sieves**) 為準。

篩分機之主要功用為：

- A. 篩選石料
- B. 幫助沖洗石料
- C. 調整級配
- D. 輔助餵料

為增加篩分之效果，多裝設振動裝置，故多為振動篩 (**vibrating screen**)。

可分為水平震動篩分機與傾斜震動篩分機兩種，其構造如圖4、照片1。

(3) 清洗系統：係用來將石料經軋軋篩分後之石料，予以清洗，去除顆粒上所附著之泥土或石粉的機具設備。一般多在石料篩分時於篩面上方予以噴水清洗，噴洗石料後之泥水，應導入預先設置之沉澱池(如照片3)內加以處理，以免造成環境污染。

(4) 皮帶輸送系統：係用來將篩分清洗後之合格石料，由皮帶輸送機輸送至指定堆置場的機具設備，其構造如圖6。

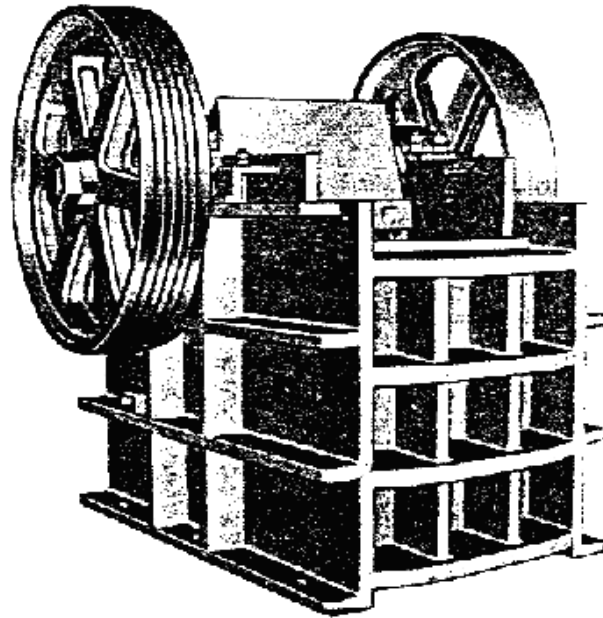


圖1 顎式碎石機(資料來源：新亞建設開發股份有限公司)

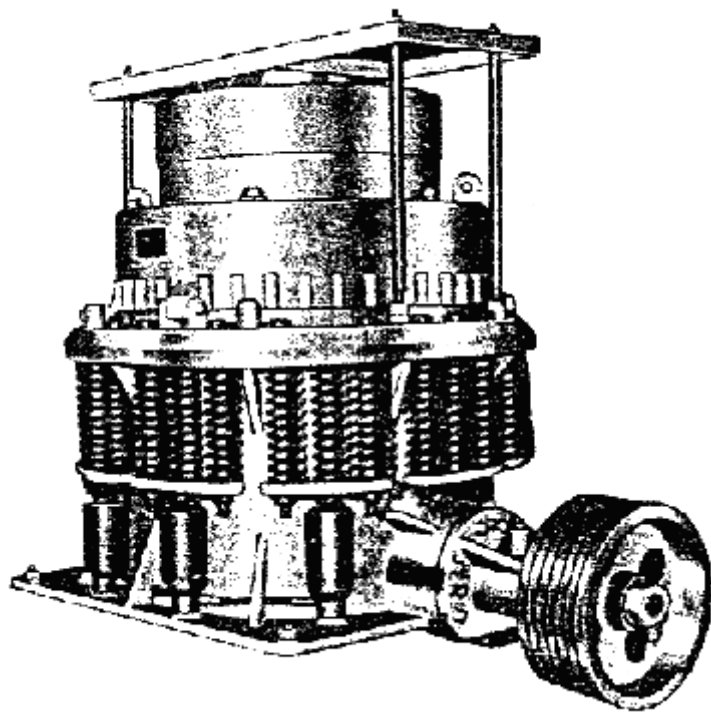


圖2 錐式碎石機(1)(資料來源：新亞建設開發股份有限公司)

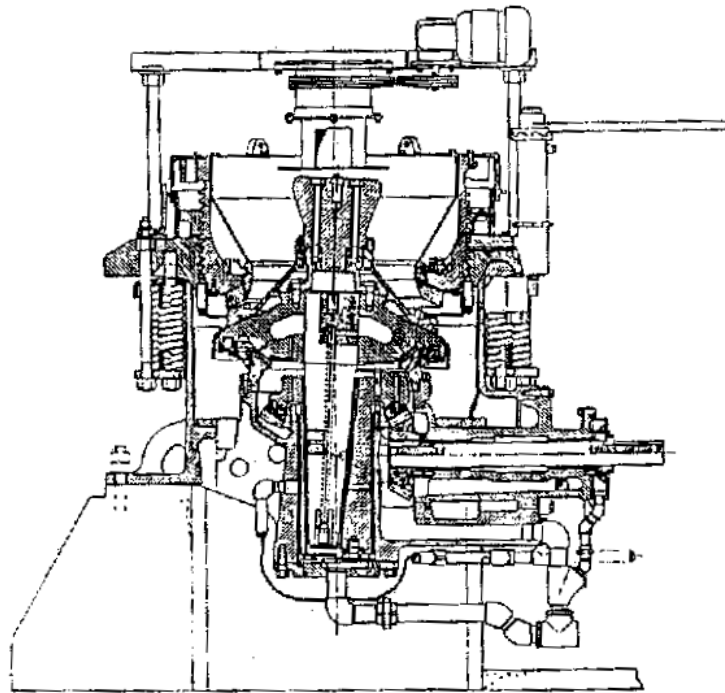


圖3 旋轉輪製砂機(資料來源：新亞建設開發股份有限公司)

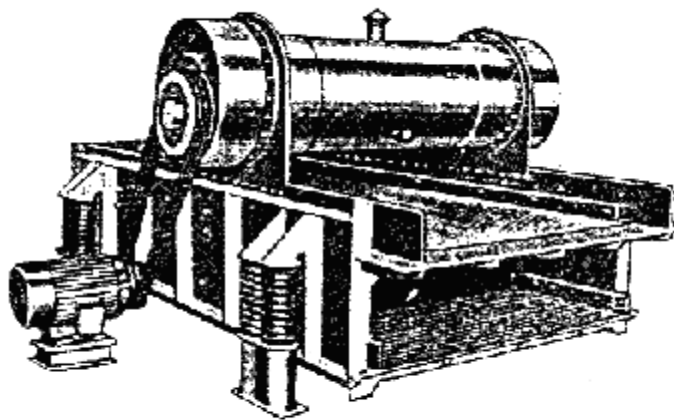


圖4 震篩機(1)(資料來源：新亞建設開發股份有限公司)

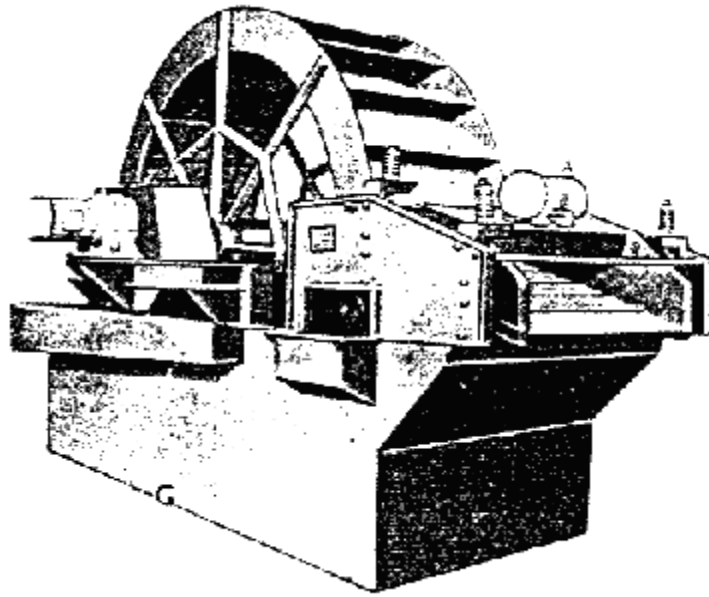


圖5 洗砂機(1)(資料來源：新亞建設開發股份有限公司)

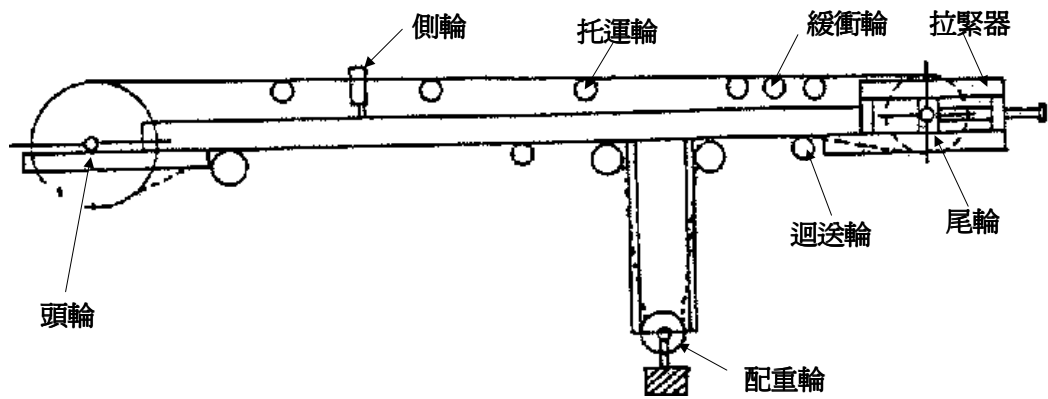


圖6 皮帶輸送機(資料來源：新亞建設開發股份有限公司)



照片1 震篩機(2)(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)



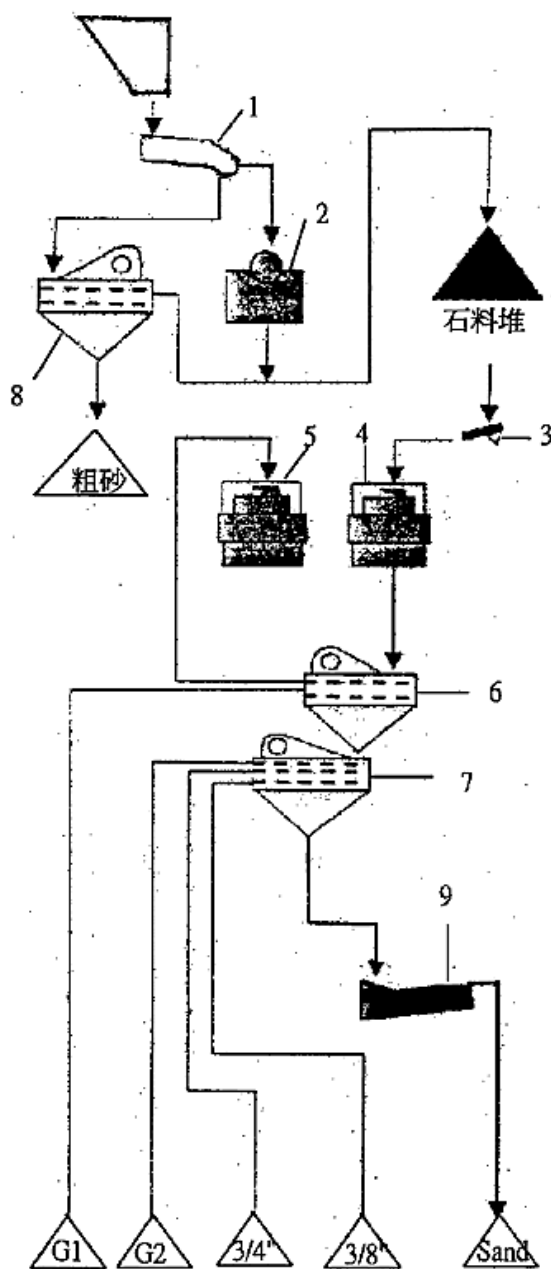
照片2 洗砂機(2)(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)



照片3 沉澱池(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)



照片4 錐式碎石機(2)(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)



- | | |
|---------------|------------|
| 1.: 柵條振動餵料機 | 8.: 水平式震動篩 |
| 2.: 單臂式顎碎機 | 9.: 螺旋式洗砂機 |
| 3.: 振動式出料機 | |
| 4.: 錐式碎石機 | |
| 5.: 錐式碎石機 | |
| 6.,7.: 水平式振動篩 | |

圖7 典型碎石場流程(資料來源：台年機械股份有限公司)

危害

1. 潛在危害，災害類型，災害防止對策：

本機具設備之潛在危害有(1)被夾、被捲(2)高處墜落(3)噪音(4)粉塵(5)

砂石飛落(6)人員被掩埋(7)感電

(1) 被夾、被捲：現場作業人員接近碎石機、輸送帶，篩洗機等機具時，若不注意易發生被捲入之危險。

防止對策：

- A. 接近輸送機之人員應著工作服、袖口應扣緊，勿穿寬大之衣服。
- B. 工作人員應隨時注意機械情況，不得與人嬉笑、閒談或睡覺。
- C. 所有機件如有磨損應即時修理更換。
- D. 嚴禁非工作人員臨近軋板式大型碎石機之進料口，免生意外。
- E. 不得跨越或爬登運轉中的輸送帶。
- F. 修理石料輸送帶時應關閉其電源，停止馬達轉動，以策安全。
- G. 調整及保養碎石機時，應切斷馬達電源式引擎，並掛置『危險』或『修理中』掛牌。

(2) 高處墜落：作業人員於高處作業如因工作需要登上配料斗、移至輸送機…等時，若無適當之防墜措施極易發生墜落之意外。

防止對策：

- A. 在碎石場之工作人員均應戴安全帽，且於高處作業時須使用安全帶。
- B. 不得藉輸送帶之移動試圖登上配料斗，以免自高空墜落。如因作業需要須上配料斗，應使用適當上下設備，在配料斗上時，應使用安全帶。
- C. 不要從高處跳至碎石堆上，以免石料滾動而滑倒，致為三角碎石所傷。

(3) 噪音：碎石機與篩洗機在作業時，若因機具設備老舊或保養不良會發生噪音，造成對勞工的危害。

防止對策：

- A. 選用低噪音的機具。
- B. 各種機具應定期保養、換裝零件，以保持低噪音良好狀態運轉。
- C. 在機械設備所發生之噪音超過九十分貝時，雇主應採取工程控制，減少勞工噪音暴露時間。使勞工噪音暴露工作日八小時日時量平均不超過規定之九十分貝音壓值，或相當之劑量值。且任何時間不得暴露於峰值超過一百四十分貝之衝擊性噪音或一

百五十分貝之連續性噪音。對於勞工八小時日時量平均音壓超過八十五分貝或暴露劑量超過百分之五十時，應使勞工戴用有效之耳塞、耳罩等防音防護具。

- D. 對工作場所之傳動馬達、碎石機予以適當隔離。
- E. 發生強烈振動及噪音之機械，應採消音、密閉、振動隔離或使用緩衝阻尼、慣性塊、吸音材料等，以降低噪音之發生。
- F. 噪音超過九十分貝之工作場所，應標示並公告噪音危害及預防事項，使勞工周知。

- (4) 粉塵：勞工在長時間碎石作業中，若在石材極乾燥的狀況下，有可能發生粉塵危害。

防止對策：

- A. 碎石作業中噴水滋潤石材。
- B. 砂石堆置場中設噴灑設備，定時灑水，不使風吹砂石飛揚。
- C. 碎石作業時將機具覆蓋良好，不使勞工長期靠近機具。
- D. 提供勞工防護口罩。

- (5) 砂石飛落：作業人員於石料輸送帶、配料斗下方及吊車迴轉半徑內，易遭掉落之砂石與吊舉物所擊傷。

防止對策：

- A. 石料輸送帶、配料斗下方…等設備有砂石飛落之虞者，應設置護圍(如金屬網)防止砂、石彈跳，滾出而飛落。
- B. 配料斗高達二公尺以上，有落石傷人之虞，就砂石飛落距離劃定危險區，以警示帶(線)標示，非工作人員不得進入、靠近。
- C. 所有工作人員應戴用安全帽，不得通過石料輸送帶及配料斗之下方。

- (6) 人員被掩埋：作業人員於堆置砂石場所附近，堆積之砂石料易因挖(採)掘震動而崩塌，將人員埋入。

防止對策：

- A. 自砂土堆取料，應以機械為主，人工為輔。如以人工挖取則應自上方採取，並設監視人員隨時注意砂石堆之穩定。
- B. 砂石堆積應劃定危險區，以警示帶(線)標示，非相關作業人員嚴禁近入或接近砂石堆置場所，並指派人員加以管制。
- C. 自動配料斗操作人員不但應注意裝料情形，而且注意石堆上站立或通過之人，以防石料下塌，將人員埋入。

(7) 感電：碎石機、篩洗機均使用大量電力來運轉，如防護設施不良，易造成人員感電事故。

防止對策：

A. 電源端裝設感電防止漏電斷路器。

B. 機具設備實施接地。

C. 電線架高或採其他措施防止絕緣被破壞。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理：

(1) 防墜落、物體飛落之裝置與安全護具：作業人員於高處作業時須使用安全帶以防墜落，作業中並應戴安全帽、安全鏡及口罩。防止遭落物擊傷或作業人員身體受傷。

(2) 護欄：於超過2公尺以上之高空作業有墜落之虞處，應設置75cm以上之護欄，以防作業人員發生墜落之危險。

(3) 自動停止裝置：各碎石機具與篩洗機具應裝設有自動停止裝置，使其當發生突發意外時(人員遭夾入、過大尺寸原石置入等)能自動切斷電源，停止機具運轉，以防損傷機具與人員發生災害。

3. 相關作業環境之危害：

(1) 被撞：鏟斗機、卡車、堆土機等車輛系營建機械於碎石場中活動，或由於駕駛人員之疏忽或工作場人員通行時之疏忽而造成碰撞事故。

防止對策：

A. 工作場所中依交通法規相關規定劃定車輛通行、活動區域及人員穿越路線。

B. 對機具車輛駕駛人員，所有作業人員之安全教育訓練內容應包括交通事故防止，並嚴格限制車行速度。

使用

1. 作業前須注意：

(1) 在碎石場之工作人員均應戴安全帽、安全眼鏡及口罩，在高處工作之人員須使用安全帶。

(2) 接近輸送機人員應著工作服、袖扣應扣緊，勿穿寬大衣服以免捲入機械。

(3) 工作地點噪音超過90分貝(dB)時，工地主管應監督勞工戴用耳塞，或其他耳部防護具。

2. 機具運轉作業中須注意：

- (1) 工作人員應隨時注意機械情況，不得與人嬉笑、閒談。
- (2) 在碎石場內行車時，謹防碰倒石料輸送帶之支撐腳架。
- (3) 不得跨越或爬登運轉中的輸送帶。
- (4) 不得藉輸送帶之移動試圖登上配料斗，以免高空墜落。
- (5) 自動配料斗操作人員不但應注意裝料情形，而且注意石堆上站立或通過之人員，以防石料下塌，將人員埋入。
- (6) 砂石堆集場之工作人員應提高警覺，隨時注意機械車輛之動態，免生意外事故。
- (7) 不得將工具物料放置砂石上，以免砂石移動，將之煙滅，甚或梗塞碎石機。
- (8) 所有作業人員，不得通過石料輸送帶及配料斗之下方，以免為落石所擊傷。
- (9) 吊車進入碎石場作業時，操作時應注意電線架設情況，慎防碰及供電線路，且不得有勞工在吊車迴轉範圍及吊舉物下方工作。
- (10) 禁止從高處跳至碎石堆上，以免石料滾動而滑倒，致為碎石所擊傷。
- (11) 應作業須要攀登各型碎石機時，除配帶安全帶或設置其他防墜設備外，並慎防飛出之碎石擊傷手指。
- (12) 禁止非相關作業人員接近砂石堆置場所，並指派人員加以管制。

3. 作業後須注意：

- (1) 檢查所有機件設備，如有磨損應即時修理更換。
- (2) 檢查碎石機與高處作業防墜措施之各種防護設備，如有損壞應立即更換。
- (3) 修理石料輸送帶時應關閉其電源上鎖、上標籤，停止馬達轉動，以策安全。
- (4) 保養輸送帶及碎石機後應將殘存在黃油嘴外之黃油擦除，以免沾附砂粒，磨損機器之轉動部份。
- (5) 調整及保養碎石機時，應切斷馬達電源式引擎上鎖，並掛置『危險』或『修理中』標籤。

相關法令標準

1. 營造安全衛生設施標準第十八條：對於砂、石堆積之相關規定有：

- 一.不得妨礙勞工出入，並避免於電線下方或接近電線之處。
- 三.砂、石清倉時，應使勞工佩掛安全帶。
2. 勞工安全衛生設施規則對於粉碎機與混合機之相關規定有：
 - (1) 第七十六條：粉碎機與混合機之開口應設有覆蓋、護圍，圍柵等設備。
 - (2) 第七十七條：自粉碎機或混合機取出內裝物時，應裝置有自動取出內裝物之機械，且操作前應使該機械停止運轉。
3. 勞工安全衛生設施規則對於高空作業之墜落災害防止之相關規定有：
 - (1) 第二百二十四條：對於高度在二公尺以上之工作場所邊緣及開口部份，勞工有遭受墜落危險之虞者，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施或使勞工使用安全帶以防墜落。
4. 勞工安全衛生設施規則第三百條：對於發生噪音之工作場所應依左列規定
 - 一. 勞工工作場所因機械設備所發生之聲音超過九十分貝時，應採工程控制、減少噪音暴露時間…對於勞工八小時日時量平均音壓級超過八十五分貝或暴露劑量超過百分之五十時，應使勞工戴用有效之耳塞、耳罩等防音防護具。
 - 二. 對工作場所之傳動馬達、球磨機…等產生強烈噪音之機械應予以適當隔離。
 - 三. 發生強烈振動及噪音之機械，應採消音、密閉、振動隔離或使用緩衝阻尼、慣性塊、吸音材料等，以降低噪音之發生。
 - 四. 噪音超過九十分貝之工作場所，應標示並公告噪音危害及預防事項，使勞工周知。

災害案例

由砂石篩選平台墜落履帶輸送帶致死災害

1. 災害發生經過：

八十二年十二月二十九日下午七時三十分許，某砂石場守衛員甲使用對講機要求該場機房控制員乙關掉機器準備下班，乙就關掉機器，後來在機旁控制室之窗戶發現甲躺在砂石輸送帶上，立即找人協助將其送某外科醫院急救無效死亡。

砂石震動篩選平台係將由運送帶運來之碎石篩選分為四級，其中一級為較大顆粒之砂石，再由入料帶送回壓碎機再行壓碎，輸送帶寬約

90公分，長約35公尺，整條入料帶染有血跡，進入篩選平台之入口處，設置1.76x 1.21公尺之鐵網擋住。

2. 災害發生原因：

- (1) 罹災者頭部外傷合併顱骨折、腦挫傷致死。
- (2) 罹災者欲撿回掉落於入料帶上之對講機而跑到震動篩選平台上，結果不慎掉落輸送帶，被拉到回料帶頂端傷重死亡。
- (3) 罹災者將震動篩選平台出入口處之鐵網移開，進入危險區域。
- (4) 未設置勞工安全衛生管理人員，實施自動檢查。
- (5) 對勞工未實施安全衛生訓練，勞工安全衛生知識不足。
- (6) 未訂定安全衛生工作守則，供勞工遵循。

3. 災害防止對策

- (1) 應禁止在機器運轉中將震動篩選平台入口處之鐵網移開，進入危險區域。
- (2) 應設置勞工安全衛生管理人員，對使用之設備及其作業訂定自動檢查計畫，實施自動檢查。
- (3) 對勞工應實施從事工作所必要之安全衛生教育、訓練，並將本案例列入訓練教材，提高勞工安全衛生知識，防止類似災害發生。
- (4) 應訂定安全衛生工作守則，內容包括排除事故安全事項，報經檢查機構備查後，公告實施。