

釜山直轄市 山洋砂利 堂里石山의 採石 公害 및 碎石骨材 評價研究

Public Nuisance and Aggregate Assessments of the Dangri
Crushed Stone Quarry Busan, Korea.

釜山大學校 自然科學大學地質學科教授 金 恒 默*

Abstract

The Dangri Crushed Stone Quarry is located in Dangridong, Busan City, and around the estuary of the Nagdong River. The quarry is considered to be a very promised one in the urban area from the standpoints of the assessment of the aggregate rank, the environmental impacts and the transportation distance. The crushed stones for aggregate of the quarry marks the higher rank in the gravity, the absorption ratio, the abrasion ratio, and the stability in comparison with the JISA 5005.

The basement vibrations of the residential section in the vicinity of the quarry, which are arised by the millisecond blasting at the quarry site using the gelatin dynamites less than 39kg in weight, are measured to assess the vibration nuisance. The values of acceleration and the magnitudes are less than eight gals and 0 on the Richter scale respectively, the vibration nuisance thus can be ignored in such scales of the experiments. The traffic vibrations of the residential section are slightly susceptible. In the experiments, the traffic vibrations appears to be sensibler to the basement than the explosion vibration.

The explosion noises in the experiments are not checked not only on the RION Sound Level Meter but also to our ears. The values of traffic noises also are in the safety values of the noise nuisance.

The crush dust suspends in the air toward the upper valley in the opposite side of the residential area because of the influences of the sea breeze and the valley wind in the daytime, and the monsoon and the topographic disposition, the dust nuisance thus would not be remained in problem. The quarry is operated in the daytime only. The traffic dust in the residential area will be reduced by the faultless pavement and the careful driving.

The elaborate survey on the ridges and peaks surrounded the quarry is recommended to prevent in advance the accidents of the rock slide. Moreover, it is required to make an advisory committee to develop the industry and to save the techniques. The most important matter is the accomodation between the attitude of the enterprising man for the

*産業應用技術士(應用地質)・理學博士

social responsibility to the public nuisance and the cooperative spirit of the inhabitants for the industry.

<目 次>	
1. 머리말	5-1. 地 質
2. 採石公害	5-2. 骨材試驗
2-1. 騒音公害	5-3. 碎石콘크리트의 配合設計
2-2. 粉塵公害	6. 對策分析
2-3. 發破振動公害	6-1. 採石發破
2-4. 交通振動公害	6-2. 石山公害 防止
2-5. 環境再生	6-3. 環境再生
3. 堂里石山の 現況	6-4. 經 營
4. 採石公害에 대한 企業의 姿勢	7. 結 論
5. 碎石骨材의 評價	8. 參考文獻

1. 머리말

碎石骨材를 생산하는 採石業은 都市 近代化에 따르는 建設工事들로 인하여 專門的인 企業으로 發展하지 않을 수 없게 되었다. 그러나 人間은 自然을 保護해야 할 命題 앞에서 첫째로 河川에서 생산되는 骨材는 점점 그 資源이 줄어들기 때문에 骨材難은 점점 더 深刻해지고 있는 趨勢에 있고, 둘째로 土石採取 許可 및 都市地域 그린벨트 설정으로 인한 採石許可 수속 절차의 까다로움과, 셋째로 採石工場의 體質改善, 設備強化, KS規格의 정비 및 技術向上을 前提로 할 뿐 아니라 넷째로 骨材의 廉價調達原則 등으로 인하여 이 採石業은 近代化되지 못하고 零細性을 면치 못하고 있고 이와는 反對로 부산 직할시내 地上鐵工事, 레미콘용 骨材 수요의 증가, 洛東江 河口堤坊工事 및 기타 大型化하는 건축공사는 骨材의 大量수요를 낳아 증가시키고 있으므로 부산직할시內 既存 採石場에 대한 環境 地質學的 개발과 여기에서 생산되는 碎石骨材에 대한 適當한 産業工學的 評價를 서둘러서 骨材生産의 近代化를 도모함이 時代的 要請이라 할 수 있다.

본 평가 연구에서 筆者는 부산직할시 西區 당리동에 위치하는 山洋砂利工業社의 堂里石山에 대한 環境지질학적 연구와 쇄석골재의 산업공학적 평가를 내림으로서 본 石山の 眞像을 밝히고

저 한다. 본 石山の 骨材生産品 品質과 社會的 立地條件 및 公害(Public nuisance) 誘發의 眞實을 科學的으로 把握해 둠으로써 본 연구는 隣近의 住民들이 安心하고 생활할 수 있고 기업은 公明正大한 企業觀을 가질 수 있도록 각종 평가의 기준치를 마련하는 데 조금이라도 기여되기를 필자는 바라는 바이다.

結論을 내리기 전에 筆者가 미리 強調하고 싶은 내용은 企業家は 社會的 使命感을 秋毫도 잊지 않으며 隣近住民들은 公利를 행하다가 발생하는 若干의 避害나 不便에 대하여 協助精神의 美德을 가질 수 있다는 國家觀을 가짐으로서 事業主와 住民들은 각각 떳떳한 자세로 相扶相助함이 무엇보다 重要하다는 것이다. 예를들면 建設의 함마소리를 騒音으로 생각하기 전에 國家發展의 原動力임을 何時라도 잊어서는 안될 것이며 다른 한편 企業主는 人間의 福祉向上이 生活環境(Living environment)의 快適性(Amenity)의 程度에 密接히 관련되어 있음을 銘心하지 않을 수 없는 것이다.

釜山直轄市內에는 碎石을 생산하는 採石場이 3여개소 있으나 山洋砂利의 堂里石山에서 생산되는 碎石은 1) 採石場이 幹線道路에 가장 가까우므로 運搬條件이 有利하여 에너지 節約이라는 好條件을 具備하였고, 2) 採石이 安山岩 및 혼펠스(세일, 砂岩, 礫質砂岩, 火山礫礙灰岩 혼펠스)로서 骨材用 碎石의 品位가 가장 높음을 考

慮하여 筆者는 Model case 로 본 石山을 고려하여 骨材를 工學的으로 評價하고 公害紛爭까지 檢討케 된 것이다.

본 研究를 實施함에 있어 資料를 提供하여 주고 제한 便宜를 圖謀하여 준 山洋砂利工業社의 崔七官社長님에게 깊이 感謝를 드리는 바이며 釜山大學校와 釜山直轄市廳 關係者 여러분에게 謝意를 표하는 바이다. 짧은 期間內에 이루어진 研究인지라 不足한 점 많을 것으로 생각되어 본 논문 參考諸賢께서 주저없이 批判하여 주고 指導하여 주기를 바라는 바이다.

2. 採石公害

2-1. 騒音公害

2-1-1. 交通騒音公害

- 1) 측정일시 : 1982년 7월 27일 12:00~15:00
- 2) 측정지역 : 부산직할시 서구 당리동당리석산
- 3) 사용측정기 : RION Sound Level Meter(日本普通騒音計 NA-12型)
- 4) 交通騒音 試驗測定(제 1 표)

제 1 표 交通騒音試驗測定表 1982년 7월 27일 12:00~15:00 측정

회 번	시 험 장 소	소음실측 (dB)	특 징	비 고
1	석산 회사 사장실	55~70	석산채석장	비포장지역
2	석산 사무실 앞마당	68~70	"	"
3	석산 2공구(파쇄기 50m 저짐)	67	"	"
4	석산 3공구(파쇄기 70m 저짐)	67	"	"
5	석산 분쇄기 2m 앞도로	95	"	"
6	당리동 24통 5반61~10(호주: 유성자) 도로변 흉내	82	8 t 滿載車 下行	비포장도로
7	"	80	8 t 空車 下行	"
8	" 집앞 도로변	65	택시 下行	"
9	" 17m 남쪽도로변	76	8 t 滿載車 下行	"
10	당리동 24통 3반(호주: 崔七官) 집앞 도로변	83	8 t 滿載車 下行	아스팔트도로
11	"	78	10.5 t 滿載車 下行	"
12	"	75	택시 下行	"
13	" 屋內 길가방	45	無車平常時	"
14	"	74	픽업 용달차 下行	"
15	"	64	4.5 t 空車 上行	"
16	"	70	택시 크락손	"
17	"	78	4 t 滿載트럭	"
18	"	64	4.5 t 空車 上行	"
19	"	80	10.5 t 空車 上行	"
20	당리 동 22통 3반 90번지 8호(호주: 朴 根) 屋內 屋室	55~57	8 t 空車 上行	"
21	"	50	2.5 t 空車 上行	"
22	"	68	8 t 空車 上行 (옆집 어린이 울음칠가)	"
23	" 집뒤 도로가	80	8 t 滿載車 下行	"
24	" 屋內 屋室	84	선풍기 초고속	"
25	당리동 24통 3반 63번지 3호(호주: 宋博次) 마당	55	8 t 空車 上行	"
26	"	55	비행기 통과	"

회 번	시 험 장 소	소음실측치 (dB)	특 정	비 고
27	당리동24통 3반63번지1호(호주 金鍾勳) 마당	64	방안 Radio 소리	"
28	"	64	2.5 t 空車 上行	아스팔트도로
29	"	68	7.5 t "	"
30	"	54	室內 처녀獨唱	"
31	" 집앞 도로변	87	10.5 t 空車 上行	"
32	"	82	"	"
33	"	82	"	"
34	당리동24통5반61번지10호(호주 金卿德) 屋內 큰방	64	4.5 t 空車 上行	"
35	"	70	8 t 滿載車 下行	"
36	"	74	8 t 空車 下行	"
37	"	76	8 t 空車 上行	"
38	당리동 간선도로변 하단주유소	87		아 스 팔 트
39	착압기의 가동소리	120		
40	釜山大學校 總長室	39	無車平常時(오후 3시)	本館 2層
41	부산검찰청 검사실	44	無車平常時(오후 2시)	건물 2층
42	부산지방법원 판사실	45	" (")	"

5) 시험결과 판정

위의 시험성적표와 같이 調査地域內의 交通騒音測定値는 英國陪審院檢査値인 駐行車輛으로부터 10m 거리에서 80dB(A)를 凌駕하지 못하고 Wilson의 自動車騒音의 合理的 限界値인 주행 차량으로부터 7.5m 거리에서 85dB(A)를 凌駕하지 못하므로 현재의 自動車運行狀態로서는 騒音公害라 認定할 수 없는 것으로 評價된다. 본 조사지역 道路의 晝間에 運行되는 차량 대수는 매시간당 10여대 이내 정도로서 결코 交通이 붐빈다고 생각되지 않고 교통소음이 對話를 妨害하거나 作業能率을 저하시킨다는 등 다수인에게 社會생활을 害하는 소음이라고는 判斷되지 않으며 夜間에는 車輛通行이 거의 全無한 실정이다

로 수면을 妨害한다고 할 수 없으므로 본 조사 지역의 騒音公害(Noise nuisance)는 充分히 安全水準을 維持하고 있는 것으로 판단된다.

윗표의 소음실측치에서 보는 바와 같이(13번) 自動車通行이 全無할 때의 自然소음의 측정치가 45dB(A)임을 감안하면 筆者가 適用하는 英國陪審院 및 Wilson이 定한 騒音許容値가 매우 當한 것임을 認知할 수 있을 것이다.

釜山直轄市 保健研究所가 부지경제(비출원)에서 1982년 2월 17일 10:30~11:00에 측정된 소음평가치(NRN)은 43dB로 算出되어 공해 안전기준에 적합판정 받은 바 있다. 環境保全法施行規則(1981.7. 개정) 제 7조에 의하면 소음배출허용기준은 "NRN가 45 이하일 것"이라 되어

제 2 표 發破騒音試驗測定表 1982년 7월 27일 14:00~15:00

종별 회번	약 종	너 관 수 MS전기너관	공간거리 (m)	천 공 장 (m)	1 회 폭약 장진량 (kg)	爆 音 (dB)	발파거리 (m) (세대주)	비 고
1	재라전 다이나마이트	18	0.7	3	35	無 感	1,220 (이철재)	주택 일대의 모든 교통운행 정지
2	"	19	0.8	3	37.5	"	1,100 (朴 根)	
3	"	21	0.75	3	39	"	1,080 (김종훈)	

있다.

2-1-2. 發破騒音公害

1) 측정일시 : 1982년 7월 27일 14:00~15:00

2) 사용측정기 : RION Sound Level Meter(普通騒音計 NA-12型)

3) 發破騒音 試驗測定(제 2 표)

4) 시험결과 판정

윗 표에서 알 수 있는 바와 같이 堂里石山에서 일반적으로 사용되는 주어진 폭파 조건下의 爆破作業은 試驗爆藥(39kg 미만)에 의한 爆發音이 본 소음측정기에는 전혀 感知되지 않을 정도이므로 전혀 騒音으로 評價되지 않는다.

裡里驛 爆破事故(1977년 11월 11일 밤 9時 50分)때 발생한 爆音을 요약하면 驛舍의 爆發源으로부터 50m 内外의 거리에서는 210dB, 100m 内外의 거리에서는 201dB, 300m 内外의 거리에서는 186dB, 2,000m 地點에서는 160dB의 爆音으로 計算된 바 있다(許填, 1978). 騒音이 150dB 이상으로 계속되면 일반적으로 말하여 醫學的으로는 難聽이 되는 것으로 評價된다.

2-2. 粉塵公害(Dust pollution)

본 堂里石山の 採石場으로부터 발생하는 먼지(粉塵 혹은 煤塵)는, 1) 岩石發破 및 岩石破碎로부터 생긴 粉塵과 2) 骨材運搬途中의 車輛路面으로부터 생긴 粉塵으로 區分할 수 있다.

2-2-1. 岩石破碎粉塵(Crush Dust)

본 石山現場에서 발생하는 粉塵은 採石을 위해 수행하는 岩盤의 火藥發破時 무너지는 岩塊 사이에서 일어나는 먼지와 岩石破碎機(Rock crusher)의 破碎作業中에 발생하는 먼지로서 이들은 降下粉塵(Dust fall)이 그 大部分을 차지하며 空中에 浮遊하는 粒子가 細粒인 浮遊粉塵(Suspended particles)은 釜山直轄市內 어떤 採石場보다 少量으로 評價된다. 그 理由는 본 採石場의 原石이 갖는 鐵苦分含有率이 가장 높기 때문이다. 즉 본 採石場에서 發生되는 粉塵은 비교적 빠른 速度로 地面에 沈降한다는 것이다.

본 石山現場의 發生粉塵은 住宅地 일대에 거의 無公害임의 根據는 무엇보다도 본 石山의 地形的 및 氣象學的 立地條件에서 찾을 수 있다. 氣象學的 基礎理論으로서 일반적으로 잘 알려진 바와 같이 해안지방에서 낮에는 산비탈이 평지와 골짜기보다 太陽熱을 더 많이 받으므로 산쪽의 溫度가 높아져 골짜기로부터 산으로 향하는 바람(谷風)이 생기고 밤에는 大氣의 이동이 심한 산의 온도가 더 낮아져서 산에서 골짜기나 平地로 향하여 부는 산바람(山風)이 분다. 그 뿐 아니라 해수면과 육지가 太陽熱을 똑같이 받고 있으나 땅의 比熱은 $0.2\text{cal/g}^\circ\text{C}$, 해수의 比熱은 $0.96\text{cal/g}^\circ\text{C}$ 이므로 표면온도가 서로 달라지며 따라서 그 위의 공기의 온도도 서로 다르게 되어 바다와 육지의 경계 해안일대에는 空氣對流가 일어난다. 본 석산이 위치하는 이곳 해안지방에서의 낮에 부는 海風과 谷風은 본 석산 작업시 일어나는 분진을 주택지 반대방향으로 제거해주고 여름과 겨울의 계절풍은 이곳의 地形配置好條件과 더불어 대체로 보아 粉塵公害를 해소시킨다.

본 堂里石山은 낮에 국한하여 作業을 實施하고 있으므로 上述의 谷風과 海風의 바람과, 日雄島 델타지역으로부터 그 반대방향인 北東→南西方向의 깊은 산골짜기 地形은 地形과 바람과의 관계를 관찰할 수 있는 典型的 地域으로 評價된다. 이러한 氣象現象은 매일같이 수행되는 採石發破作業時에 발생하는 먼지의 移動方向으로 보면 風向計 없이도 쉽사리 觀察되는 것이다. 이 觀點으로부터 필자는 본 石山은 發破作業時 學生들의 地學實習 現場으로서 標本地域이 될 수 있을 것으로 評價코자 하는 바이다.

따라서 堂里石山 現場에서 發生하는 晝間의 먼지는 그 대부분이 골짜기를 따라 山頂部쪽으로 移動하나, 局地的 異常氣流를 일으키지 않는 限주간의 작업중에는 住宅地方向으로 기류가 向海下向 移動하지 않는 것이므로 이 주택지역은 破碎 및 爆破粉塵에 관한 限 분진으로부터 解放되는 天惠의 無公害地域임을 確實히 해 둘 수 있다.

그러나 본 石山에서 발생하는 粉塵이 溪谷의 流水에 混入되지 않도록 각별히 留意하여 溪谷

제 3 표 發破振動의 試驗測定表 1982년 7월 27일 14:00~15:00

종별 회번	藥 種	MS전기 관	공간거리 (m)	穿 孔 長 (m)	1 회폭약 장진량 (kg)	발파거리 (m) (세대주)	가 속 도 (gal)	진 도	비 고
1	재라진 다 이나마이트	18	0.7	3	35	1,220 (이철재)	0.8	0	1. MS발파 2. 原石은 安山岩 ~혼펠스
2	"	19	0.8	3	37.5	1,100 (朴 根)	0.8	0	"
3	"	21	0.75	3	39	1,080 (金鍾勳)	0.8	0	"

※ 진도에 비하여 加速度値가 높은 것은 계기측정이 成土 위에서 이루어졌기 때문이다.

入口 일대의 주택지 住民들이 산골짜기의 맑은 물을 즐길 수 있도록 對備策을 講究함이 賢明한 것이다.

2-2-2. 交通粉塵(Traffic Dust)

부산직할시 보건연구소가 1982년 2월 17일 10:00~11:00에 부지경계(비출원) 지역에서 실시한 먼지공해 검사결과에 의하면 먼지의 농도가 3.4mg/Sm³인 것으로 측정되었다. 이는 공해허용 농도에 無關한 값이다. 측정당시의 氣象條件은 氣溫 8°C, 습도 38%, 기압 1013mb이다. 環境保全法施行規則(1981.1.7 改定) 제7조에 의하면 먼지의 경우 “배출구 허용농도는 500mg/Sm³ 이하”라 규정되어 있다.

그러나 乾燥期에는 運搬路 沿邊住宅은 交通粉塵 汚染을 무시할 수 없고 路面事情이 不良한 곳에서는 雨天時 行人이 차량의 噴霧물 洗禮를 받을 수 있으므로 관계관청에서는 道路사정 改善을 措置함이 妥當한 것으로 생각된다. 도로상태 改善策에는 住宅街도로 포장의 完壁을 기하고 交叉路를 設定하며 撒水作業이 包含된다.

본 石山道路에 運行되는 交通量은 비교적 낮은 것이므로 엔진의 不完全燃燒에 의한 大氣汚染은 그리 큰것은 아닌 것으로 생각된다.

2-3. 發破振動公害

- 1) 측정일시 : 1982년 7월 27일 14:00~15:00
- 2) 사용측정기 : Seismic Timer, Model I17(美國 Dymetric Inc.) : 振動측정기에 맞추어 사용.
- 3) 발파진동의 시험측정(제 3 표)
- 4) 試驗結果 판정
윗 표에 표시된 바와 같이 MS 전기뇌관을 사

용하여 3회의 지반진동 측정을 시험한 결과 加速度値는 8 gal 未滿으로서 無感振動(震度 0)으로서 상기와 같은 採石發破는 住宅地一帶의 家屋과 臺地에는 전혀 피해를 주는 것이 아니라고 판정된다. 前項에서 판정을 내린 바와 같이 採石發破의 影響이 空氣의 振動을 媒介로 하는 騒音을 유발하지 않고 있다. 그뿐 아니라 空氣振動이 전혀 없어 構造物에는 전혀 避害를 끼치지 않는다. 여기서 말하는 空氣振動은 高空 衛星暴音時에 느낄 수 있는 바와 같은 空氣振動을 意味하는 것으로 採石發破時에 생기는 振動은 住宅地 測定地點까지에는 體感에 의해서나 계기에 의해서나 양자 같이 檢測되지 않을 정도로 微弱한 것이다.

본 石山의 발파로 인하여 생기는 지반 진동은 交通振動보다 微弱한 實情이다. 앞으로 採石作業이 계속 進行됨에 따라 發破地點은 住宅地로부터 점차 멀어짐은 振動公害를 조금이라도 덜어주는 利點이 있다. 採石場의 能率을 위해서는 진동 및 폭음을 최소로 억제할 수 있는 계단식 工法, M.S. 전기뇌관사용 및 천공방법 개선 등의 실정에 맞는 개량된 발파 공법으로서 현재의 시험용량 이상으로 火藥 50~80kg 정도로 증가 사용할 수 있도록 해야할 것이다.

2-4. 交通振動公害

幹線道路로부터 堂里石山으로 통하는 道路 中 幹線道路쪽 進入路 일대에는 道路沿邊에 주로 單層住宅들이 形成되어 있어 車輛運行時 微弱한 地盤振動이 感知된다. 이곳 住民들이 受領할 수 있는 交通公害는 文化財나 藝術品 등에 발생되는 것이 아니므로 피해 정도를 評價함이 어렵다고

는 할 수 없다. 예를 들면 公害로 인해 洗濯回數가 增加됨에 따라 세탁비용이 증가하는 것이 라든가 塗裝을 새로 하기 위한 費用算出은 쉬운 일에 속한다. 다만 家屋構造物에 일어난 龜裂現象의 경우 이 사실이 交通振動에 의한 것이냐 家屋成土의 不實에 基因한 것이냐를 判定하는 것은 그리 쉬운 일이 아니다. 현재로서는 家屋의 龜裂現象을 全的으로 交通振動에만 돌려야 할 특별한 근거가 없고 그렇다고 하여 이것이 交通振動의 影響을 전혀 받지 않았다 할 특별한 근거도 없다. 그리하여 이러한 現象은 成土의 不實에 微弱한 交通振動이 添加되었다는 것이 筆者의 見解이다. 왜냐하면 이곳 住宅들은 그 상당한 部分이 基盤岩上的의 주택이 아니라 沙汰에 민감한 未固結의 山麓麓屑物 위에 지어진 것이기 때문이다.

山洋砂利工業社는 1977년 4월 1일 설립된 것으로 알고 있는데 그후 進入路를 확장 신설하고 高壓電柱를 설치하며, 아스팔트 포장 등 文化施設을 설치함에 따라 설립당시 운반로 주변에 없던 住宅들이 점차 들어서고 오늘날 같은 취락이 형성된 것이므로 石山의 開發權도 住民들의 住居權에 못지않은 권리가 있는 것이며 따라서 昨今에 일어나는 公害紛爭 해결에 이 사실이 참고되어 평가되지 않으면 안될 것이다.

그러나 지역주민들의 不平과 企業擴張을 감안하여 山洋砂利 企業 및 政府에서 교차로, 아스팔트 등 안전시설을 점차 증가시키면 주민들의 不平은 크게 해소될 것으로 보아 일단 公害紛爭은 크게 감소될 것으로 생각된다.

본래 채석장이란 그 위치가 자연 보호의 관점에서 美觀上 간선도로나 고속도로 및 도시가시권으로부터 벗어나야 하고 본 석산의 대부분은 이 기본 조건을 충족하고 있다. 그러나 國內外 諸石山의 예를 보면 미개발지에 石山工場이 들어서면 그 進入路 일대가 교통이 편리해짐에 따라 聚落이 自然發生的으로 형성된다. 이 觀點에서 國內外的으로 상대적인 比較를 검토하면 본 石山의 進入路 상태는 實際 良好한 狀態의 範疇에 속하는 것으로 판단된다.

2-5. 環境再生

山洋砂利 堂里石山의 제 1 공구 採石跡의 自然 毀損과 環境汚染防止를 통하여 自然保護를 위한 環境再生이 必要하다. 본 採石跡의 斷面은 그림에서 보는 바와 같이 높이 40m의 수직 切削面 위에 40° 정도의 表土塵屑物(Colluvium)이 0~8m 두께로 被覆하여 있다. 斷面圖에서 알 수 있는 바와 같이 이 麓屑物은 新鮮 基盤岩의 凹部를 채워 있으므로 그 量은 그리 많지 않을 것이다. 麓屑物의 構成物質은 50cm 未滿의 轉石角礫과 土壤으로 구성된다.

본 採石跡 切削部의 表面傾斜는 70° 미만을 維持하면 되는 것이다. 이 傾斜를 만들어 주기 위해서는 人工的으로라도 上位表土部를 깎아 내려야 할 실정이므로 上部의 未固結堆積物이 下向運搬됨은 심각한 문제가 아니라 인간의 일을 덜어주는 不勞所得의 效果라 할 수 있다. 이때 단 한가지 놓쳐서는 안될 사항은 雨天時 黃土流水 現象이 없도록 이미 설치된 바와 같이 곳곳에 土壤沙防石築으로서 豫防하는 일이다. 이 黃土水가 溪谷水에 流入되면 이곳 住宅街를 흐르는 河川에 環境汚染을 일으키기 때문이다.

제 1 공구 切削部를 觀察하는 사람이면 누구나 기반암 위에 놓인 이 미고결의 피복 녹설물의 沙汰防止를 생각할 수 있을 것이나 沙汰問題에 대한 筆者의 見解는 1) 이 미고결 퇴적물이 두껍게 쌓인 중앙부는 이미 沙汰安息角에 거의 到達하여 있어 雨天時에도 極少量 移動程度 이상의 沙汰는 없을 것으로 推定되고 이 때에 일어날 수 있는 沙汰物質은 土壤含有率을 감안한 安息角 30° 정도에 달할 정도로는 있을 수 있는 것이며 2) 피복된 미 고결 퇴적물의 量이 적을 뿐 아니라 산 斜面에는 수풀이 茂盛하여 나무뿌리가 表土를 充分히 保存할 수 있을 것으로 생각되며, 3) 斷面圖에 表示된 바와 같이 硬質혼펠스의 基盤岩이 麓屑物移動을 防害하는 地下條件을 가질 뿐 그 이동운동과는 전혀 무관한 튼튼한 盤石을 이룬 것으로 판단되고 4) 岩石 슬라이드의 危險性이 없는 것으로 해석되기 때문에 제 1 공구 採石跡에는 눈에 띄일 정도로 地形을 바꿀 山沙汰 現象은 豫測되지 않는다. 기반암 혼펠스의 層理

面은 5°NE 경사를 갖고 走向 N40°W 이므로 沙汰方向의 反對方向을 취하고 있음은 岩石슬라이드의 위험을 排除하는 것이다.

제 1 공구의 환경재생을 위해서는 든든한 뿌리를 내리는 樹種을 선택하여 수풀을 가꾸어 녹색 지대의 면모를 유지하면 足할 것으로 판단한다. 그밖에 沙防種度 이상의 不必要한 措置를 취할 필요는 없을 것이다.

본 채석장 북쪽 山頂인 乘鶴山을 비롯한 주위의 山頂部에는 節理가 심히 발달한 岩石露頭가 흔해하므로 이들은 發破振動時 岩石沙汰가 일어나지 않도록 細心한 주의를 기울여 예방 조사를 할 必要가 있다.

3. 堂里石山の 現況

山洋砂利 堂里石山은 九德山 南西側 階곡이 한 번 灣曲하여 산속지역에 位置하므로 主採石區는 幹線道路나 船舶으로부터 전혀 눈에 띄지 않는 視野로부터 감추어져 있어 觀光資源에 外觀上의 해를 일으키지 않는다.

〈제 3 도〉의 敷地表示圖에 나타난 바와같이 敷地面積(可採石敷地 101,011坪)이 廣大하여 採石骨材埋藏量은 무진장이라 할만큼 莫大한 것이고 다만 山洋砂利 敷地內에 山林廳敷地(4,200坪)가 있으므로 山洋砂利의 生産擴大와 企業育成을 위해서는 國家로부터 이 부지를 양여받도록 해야 할 것이다. 본 石山은 제 3 공구(山27)로부터 山24지번 지역의 북북동 方向으로 개발함이 妥當하다.

본 山洋砂利는 堂里石山에 施設投資金額이 약

제 4 표 山洋砂利現況表

1. 회사명	山洋砂利工業社 堂里石山(1977 4.1 설립)
2. 사무소	釜山直轄市西區堂里洞堂里石山
3. 採石業權者	崔七官
4. 可採面積	101,011坪
5. 매장량	(莫大함)
6. 幹線路까지 거리	1.5km
7. 施設投資額	15억원
8. 技術從業員數	147
9. 獎學基金	3,000만원

15억원, 技術從業員 數가 147명, 獎學基金 3,000 萬원, 새마을교육 실시 등으로 大企業을 향한 內實化를 기하고 있을 뿐 아니라 從業員의 技術蓄積으로 現代式 石山을 經營하는 模範企業의 하나라 할 수 있다.

4. 採石公害에 대한 企業의 姿勢

어떤 企業이든 公害問題解決의 實效를 거두기 위해서는 企業이 自體施設의 産業公害防止에 1 차적인 責任을 질뿐 아니라 政府가 産業公害防止努力을 支援하고 直接介入함은 상식에 속하는 일이다. 管轄官廳인 釜山直轄市는 道路工事に 있어서도 一般道路보다 産業路를 겸한 道路改良을 서둘러 優先處理해야 하고, 企業은 公害防止에 사용되는 投資가 直接的으로 生産活動과 利益에 奇與하는 것이 아니고 費用만 發生한다고 輕視할 것이 아니라 投資後에 오는 長期利益率은 투자하기 전보다 높을 수 있음을 銘心해서 生産과 동시에 이에 대한 關心을 기울일 필요가 있고 隣近住民들 亦是 政府와 企業에만 依存할 것이 아니라 物心兩面 環境淨化 作業에 참여하는 姿勢가 바람직하다.

본 堂里石山은 地質學的, 地形的 및 氣象學的 그리고 交通의 觀點에서 國內 어느 石山 보다도 有利한 長點의 高地에 있으므로 그리고 採石場이란 다른 生産工場과는 달리 都市外廓이나 工業園地로 移轉시킬 수 없는 것이므로 본 石山會社가 名實相符한 國內最大 採石業體企業으로 발전하자면 自然毀損 내지는 環境汚染에 대한 企業의 經營對策을 科學化시켜 住民指向의 大企業指向의 姿勢를 보여줌이 바람직하다.

본 採石場의 諸般公害가 얼마만한 深刻성이 있느냐 혹은 없느냐를 알아보기 위해서는 企業主가 常駐하면서 體驗하고 전문가의 永久持續의인 公害測定을 實施함이 좋을 것이다.

일반적으로 우리나라와 같은 開發途上 國家에서는 交通으로 인하여 일어나는 騒音, 粉塵, 振動公害는 到處에서 無親되고 있는 實情이다. 특히 都市外廓地帶로 落後되어 있던 地帶가 工團으로 바뀌거나 新開發地로 登場하면 갑자기 交通이 붐비 도로 新設이 이루어지고 아스팔트 鋪

도가 나타나 不動産값이 날개 돌히듯 뛰어 올라 주민들은 歡迎하는 立場이 되고 國家的 次元에서 볼 때 産業近代化를 앞당기는 일이 되므로 交通公害쯤은 사실상 地域社會 開發로 相殺評價되는 예는 흔히 있다. 公害論爭이 있는 住宅地에 있어서는 住宅의 安全과 石山の 産業的 比重을 比較하면서 公害眞像에 대한 科學的 測定을 基礎로 한 行政對策에 임하여 昨今에 일어나는 諸般問題를 解決해야 할 것이다.

위에서 言及한 科學的 計器測定이란 比定 環境保全法에 명시된 測定值만을 指稱하는 것은 아니다. 1977년 12월 31일 제정·공포된 環境保全法은 1978년 7월 1일부터 施行해 왔고 1980년 1월 우리나라 政府에 環境廳이 新設되었다. 본 環境保全法은 우리나라 歷史上 최초로 公布된 것으로 아직은 專門家의 科學的 資料로 補完되어야 할 部分도 더러 있다. 본 法이 現實的으로 實效성을 갖기에는 많은 과학적 뒷받침이 切實히 要求된다. 이 社會 구석구석에 이 法에 따라 實踐되는 일보다 그렇지 않은 것이 더 많은데 본 法의 問題가 있다. 環境保全은 産業發展과 逆比例 關係에 있기 때문에 본 法의 해석에 어려움이 있다. 따라서 본 石山の 경우도 일어나는 公害紛爭을 해결하는데는 環境保全法 뿐만 아니라 科學的 研究結果를 適用함이 妥當하다는 것이 筆者의 意見이다. 法의 補完이 필요한 경우의 예를 들면 부산대학교 필자의 研究室內에 컴퓨터 수플로부터 들려오는 매미스리의 騒音이 65dB로 測定되는데 이것은 環境保全法에 규정된 計算法으로 하면 법정허용치 45dB보다 훨씬 超過하고 있다. 法의 45dB란 住宅地內에서 다른 音이 거의 없을 때의 平常時測定值에 해당하는 값이므로 騒音公害基準值로서는 45dB가 너무낮아 不適當하다.

환경보존법 施行規則 제 7 조의 騒音評價值(NRN)는 주택지, 商街, 工場地帶에 따라 그 기준이 다시 조정되어야 實用的일 것이므로 筆者는 본 論文을 통하여 이에 補完改定을 主張하는 바이다.

5. 採石骨材의 評價

5-1. 地 質

山洋砂利株式會社の 堂里石山은 釜山の 구덕산 山頂으로부터 南西쪽으로 달리는 골짜기에 위치하며 본 채석장의 북쪽 山頂은 乘鶴山(496m)으로서 제 1 공구와 제 2 공구는 구덕산 기슭을 採石하며 제 3 공구는 乘鶴山 기슭을 採石한다.

堂里石山 一帶의 地質은 地質時代順으로 白堊紀 慶尙系 榆川層群의 세일혼펠스, 砂岩혼펠스, 火山礫灰岩혼펠스, 安山岩, 石英斑岩으로 構成되고 安山岩은 혼펠스를 貫入하여 있고 石英斑岩은 安山岩은 貫入하여 產出한다. 構成岩中 採石稼行層은 혼펠스류와 安山岩이다. 사암혼펠스 중에는 2셋트의 斜交層理가 測定 되었는데 각각의 水流方向은 130°, 310°였고 셋트 두께는 兩者가 8cm였으며 Composite set 를 이루고 있다. 產出地點은 住宅地를 약간 벗어난 石山쪽 路邊 露頭이다. 砂岩은 凝灰岩質이고 火山源角礫을 含有한 것으로 보아 榆川層群 堆積岩일 것으로 생각된다.

본 石山一帶의 堆積岩혼펠스가 斜交層理나 層理의 堆積構造를 발달시키는 경우는 혼펠스로 쉽게 認定할 수 있으나 層理가 破壞되고 塊狀이며 高度의 熱變成作用을 받아 長石과 같은 新鑛物을 生長시키는 境遇는 安山岩과 分揀함이 至極히 어렵고 兩者의 境界線도 不分明하게 나타난다.

安山岩은 暗灰色을 띠고 密質塊狀으로 罅에 따라서는 長石結晶이 流狀構造를 보이며 發達한다.

石英斑岩은 小規模 岩脈狀으로 2個處에서 產出되고 直徑 5cm의 Xenolith를 含有한다. 火山礫凝灰岩이 제 2 공구에서 產出되는데 이는 安山岩噴出時期에 形成된 것으로 생각된다.

地質圖에서 알 수 있는 바와 같이 본 石山の 骨材原石은 주로 혼펠스(와 安山岩)이며 兩者는 鑛物造成이 유사하고 工學的性格은 거의 同一하여 骨材品位測定標本으로서는 同一하게 看做된다. 참고로 美國의 碎石石山の 分布와 碎石의 종류를 그림으로 나타내면 제 4 도와 같다.

5-2. 骨材試驗

5-2-1. 骨材試驗結果

본 石山의 혼헨스 骨材原石에 대한 骨材試驗은 日本 라사工業株式會社 大阪機械營業所에 의뢰 수행되었다.

제 5 표 骨材試驗結果表(砂質岩 혼헨스 原石)

試驗項目	山洋砂利工業社 碎石	JISA 5005
比重	2.85	2.5 以上
吸水量	0.32%	3.0%以下
安定性	3.2%	12%以下
磨耗減量	7.2%	40%以下
씻기試驗(流失量)	0.11%	1.0%以下

본 石山原石의 骨材試驗結果를 JISA 5005(콘크리트用 碎石의 品質)와 比較하면 제 4 표와 같다.

5-2-2. 實驗結果 分析

제 4 표에 나타낸 바와 같이 山洋砂利의 堂里 石山 骨材는 JISA 5005(콘크리트用 碎石의 品質)에 適合할 뿐 아니라 道床用 碎石으로서 適合하므로 骨材로서는 最高級品이다. 堂里 石山 碎石의 特徵은 比重이 높고, 吸水率이 적고, 磨耗率이 적고 安定性이 높은 것이다. 이러한 品質 優秀에 採石場의 位置가 他石山에 비하여 市內 幹線路에 훨씬 가까우므로 運搬距離가 가까와 에너지 節約이라는 利點을 갖고 있어 石山으로서의 展望은 밝은 것이고 國家的으로 대규모로 開發할 필요가 있는 것으로 판단된다.

5-3. 碎石콘크리트의 配合設計

본 石山의 原石과 同一한 安山岩에 대한 콘크리트 強度를 연구한 결과(朴性栽, 1978) 본 碎石粗骨材를 사용한 콘크리트의 強度 및 耐久性, 施工時에 塑性이 크고 세멘트 절약으로 經濟性이 있으므로 레미콘用, 高級콘크리트 工事に 充分하다는 결론을 얻었다.

6. 對策分析

6-1. 採石發破

- 1) 火藥容量을 80kg 까지 使用해도 振動公害가 발생하지 않도록 MS 너관을 사용한 발파효율이 높은 發破工法을 택할 것.
- 2) 發破效率를 높이기 위해 原石岩盤에 발달하는 節理系 및 皸裂을 調査活用할 것.

6-2. 石山公害防止

- 1) 既鋪裝道路區間 550m에 대한 웨어링 再鋪裝
- 2) 未鋪裝道路區間 350m에 대한 新設鋪裝
- 3) 주택지역의 협소한 進入路問題를 해결하기 위해 폭 1.5m, 길이 10m의 交叉地點을 5곳 설치.
- 4) 주택지역의 도로변 위험개소를 찾아 시멘트 기둥 설치.
- 5) 路面의 傾斜를 감안하여 車輛速度를 10km/h 이내로 除限.
- 6) 住宅街와 破碎場 積載作業場에는 撤水車輛常駐.
- 7) 住宅地 道路에 交通 指導員을 배치하여 운전 및 步行의 啓蒙指導.
- 8) 雨天時 石山의 採石積載所로부터 黃土水가 계곡에 流入되지 않도록 豫防.
- 9) 空車가 滿載車보다 더 큰 振動을 가져 오는 경우가 있으므로 留意할 것.
- 10) 단단한 포장도로는 자갈도로보다 큰 진동을 도로변에 미치므로 자갈층을 두껍게 한 포장 도로 건설.
- 11) 튜브없는 타이어는 지반진동이 심하므로 공기 튜브 타이어를 사용함이 바람직.
- 12) 快適한 사무실 建造.

6-3. 環境再生

- 1) 제 1 공구 採石跡 傾斜地를 造景하여 小規模 沙汰를 防止하고 녹지대를 조성.

6-4. 經營

- 1) 採石許可期間을 長期化할 것.

- 2) 採石發破와 公害를 專擔할 諮問委員會를 구성하여 운영할 것.
- 3) 石山開發에서 얻은 技術蓄積은 日本의 列島改造論을 想起하지 않더라도 韓半島의 西海岸 및 南海岸埋立工事に 寄與토록 誘導되어야 할 것이다.

7. 結 論

- 1) 山洋砂利 堂里石山은 原石의 地質학적 연구와, 채석장 위치의 地형 分析和 海風, 골바람 및 季節風으로 먼지 公害의 해소 등 天與의 好條件을 갖는 第1級 石山이다. 그러므로 대규모 石山企業을 嚆자로한 石山개발의 長期化가 바람직하다.
- 2) 본 석산의 骨材는 레미콘용, 고급 콘크리트용, 道床用 및 地下鐵用으로의 最高級品임이 밝혀졌다.
- 3) 제 1 공구의 採石跡 傾斜地는 岩石沙汰(Rock slide)의 위험성이 없다.
- 4) 住宅地 일대의 약한 地반진동이 아니라 車輛交通振動이 微弱하게 感知된다.
- 5) 住宅地 일대의 먼지는 採石場으로부터 유래하는 것이 아니라 骨材運搬車輛 및 일반 차량의 通行시 タイヤ와 路面 사이에서 유래한 것이다.
- 6) 石山遇入路 일대의 家屋들은 그 대부분이 不良成土 위에 놓여 있어 振動에 민감한 실정이다. 특히 장마철에는 不良成土와 流動現象 與否를 診斷받음이 유익할 것으로 判斷된다. 즉 당리동경사지에 지어진 家屋들은 진동에 관계없이 장마철엔 地下水 증가로 불안 위험성을 내포하고 있으므로 평소에 留意해야 하며 家屋 주변에 排水溝를 만들거나 家屋에 뿌리깊은 나무로 造園을 시설할도 도움이 될 것이다.
- 7) 住宅地 일대의 騒音測定值의 分析結果는 英國陪審院과 Wilson의 理論에 따르면 이 지역 交通騒音은 公害라 할 수 없다.

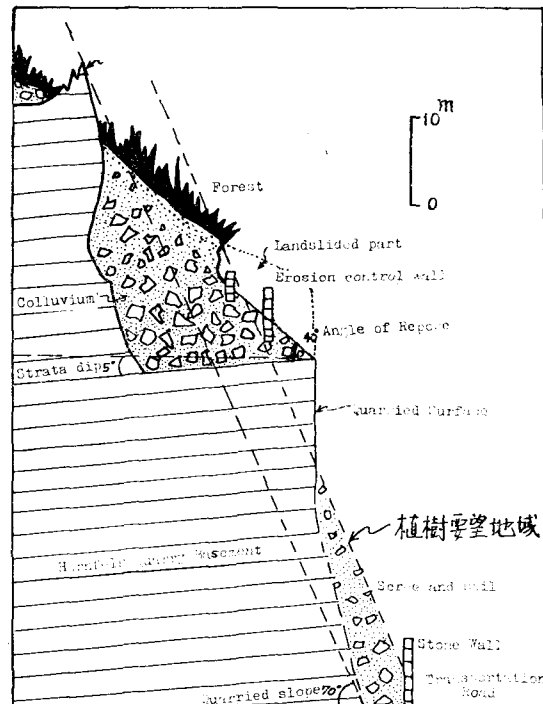
8. 參考文獻

- 1) 金恒默, 1979.4.6., 工場과 地반진동 : 부산 第16卷 第3號(1983. 9.)

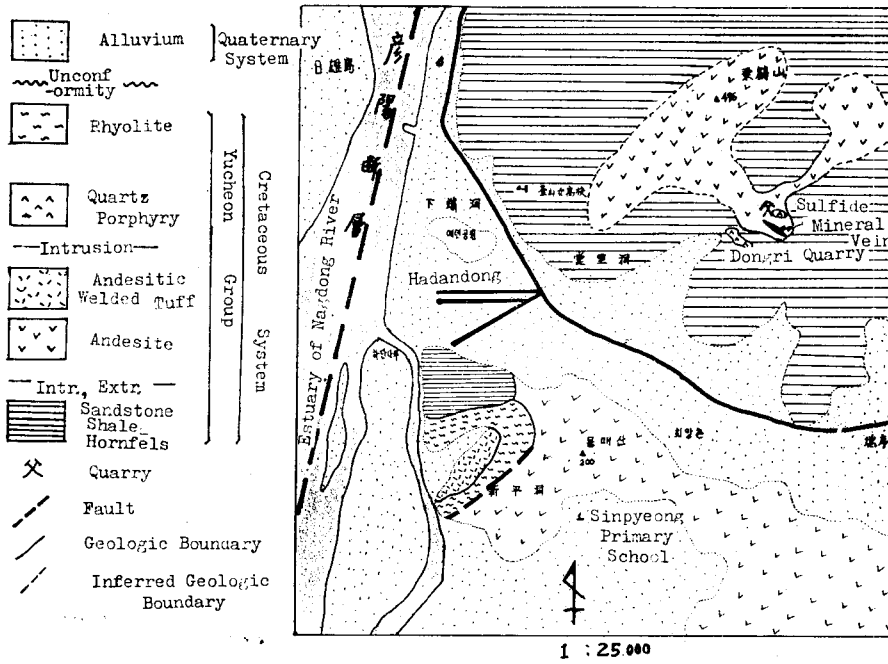
일보 連載報

- 2) 金恒默, 1983, 부산직할시 협화골재주식회사 신평채석장의 암석발파에 의한 진동공해 : 부산대학교 부설 환경문제연구소, 잡지(인쇄 중)
- 3) 金恒默, 1981, 釜山地震의 地質學的 考察 : 釜山大 自然科學論文集 第31輯.
- 4) 盧榮哉·林警澤·尹 一, 1980, 부산시 변영로 주변의 교통소음 평가 : 釜山市 藥大論文集 第14권 제1호.
- 5) 具然昌, 1981, 環境保全法 : 三英社.
- 6) 朴成栽, 1978, 碎石骨材를 사용한 콘크리트의 強度에 관한 연구 : 市政研究·評價報告書, 釜山直轄市.
- 7) 許 填, 1978, 裡里驛 爆破事故에 대한 爆破工學的 考察 : 대한 건축학회지 22권 83호.
- 8) Coates, D.R., 1981, Environmental Geology: John Wiley & Sons.
- 9) Keller, E.A., 1979, Environmental Geology: Charles E. Merrill Pub. Co.

제 1도 第 1 工區採石跡의 地質斷面圖

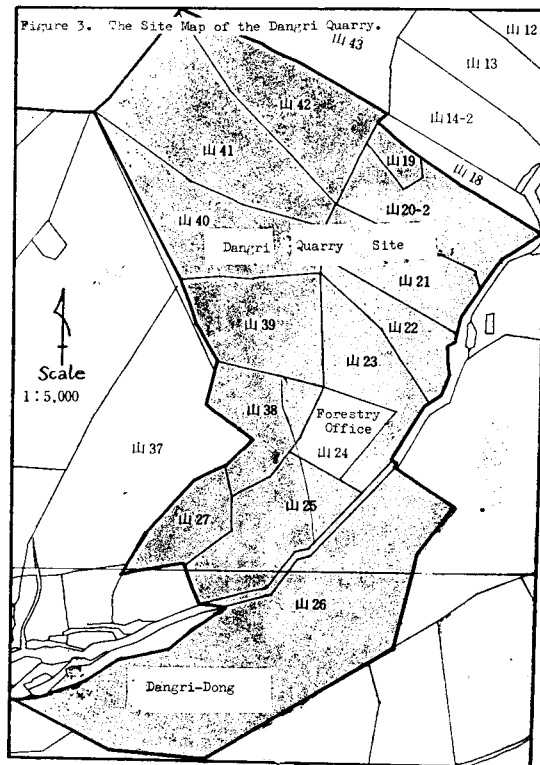


제 2 도 山洋砂利堂里石山一帶의 地質圖



제 3 도 山洋砂利 敷地表示圖

제 3 도. 山洋砂利 敷地表示圖



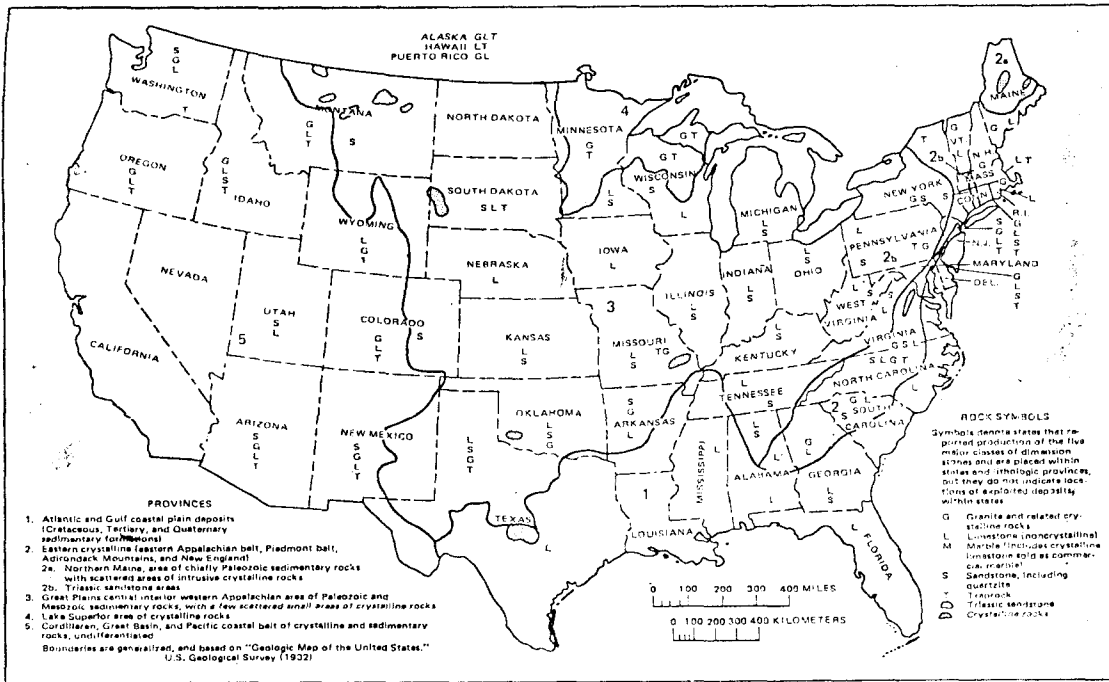


Figure 5. The Explosion Scene of the Dangri Crushed Stone Quarry in February, 1980.

Figure 6. The Seismic Timer Model 117, Dyna Metric, Inc. of the U.S.

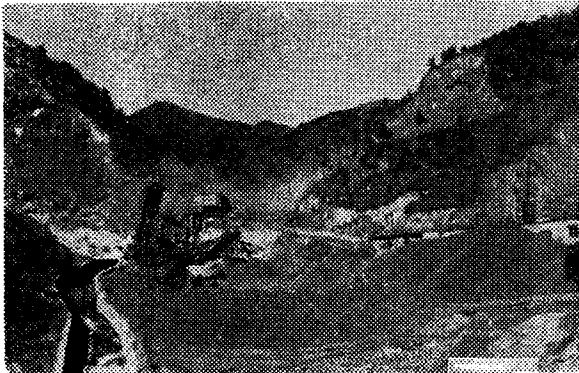


Figure 7. The Landslided Part by the Earth Flow at the Typhoon Judi, 1978, in the North Rear of the Gwoijeongdong, Busan.

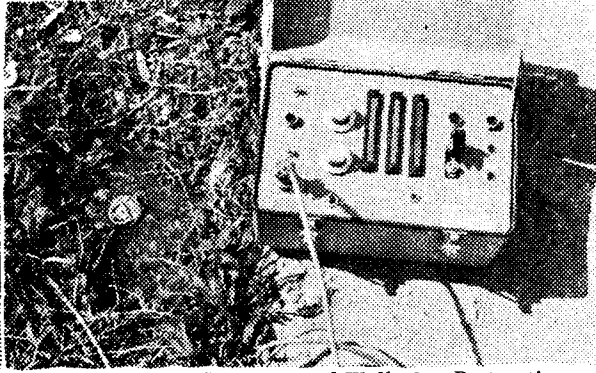


Figure 8. The Reconstructed Wall after Destruction by the Landslide of the Earth Flow. On the Highland of Dangridong, Seogu, Busan.

