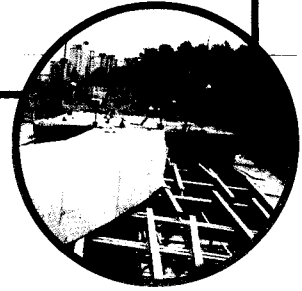


교각구조물의 유지보수

Maintenance & Repairs of Pier Structure



글 / 金圭麟

(Kim, Kyu Lin)
토목시공기술사, 대한건설품질검사(주)
전문위원, 한국기술사회 홍보위원.
E-mail: KimKYULIN@hanmail.net

This paper is described for the maintenance and repair method for the pier structure currently under repair works in the Han river bridges. During the economic growth period from the year 1960 to 1980, our engineer was concentrated only for study of the construction method of bridge. We have neglected the importance for the maintenance & repair method of construction structure. Therefore this paper will give you some ideas of repair and maintenance method.

1. 개요

최근 계속되는 경제여건의 악화에 따라 비용의 절감이 사회적 관심사로 부각되는 가운데 특히 각종 구조물의 유지관리비용에 대한 사회적 관심이 점차 확산되어 가고 있다.

특히 지난 1991년 3월에 팔당대교 상판거푸집 붕괴, 1994년 10월에 성수대교상판 붕괴 등이 연이어 발생하는 가운데 각종 시설의 안전성 확보가 심각한 사회문제로 대두되고 있으며 과거의 실정 법상의 정해진 범위 내에서만 적용하였던 유지관리에 관한 사회적 인식이 법정한도가 아닌 실제의 구조적 또는 내용적 유지관리 차원으로 전환되는 사회적 분위기가 조성되고 있다. 이러한 시점에서 기존의 구조물에 대한 안전성 평가가 요구되고 합리적 유지관리에 대한 필요성이 제기되면서 이와 관련된 분야가 새롭게 주목을 받고 있다.

과거 1960년대 후반부터 시작된 급격한 산업발전정책에 의해 우리나라는 사회간접시설의 확충

과 각종 시설물의 계획으로부터 시공, 평가, 유지관리, 해체에 이르기까지 종합적인 건설단계별 관련기술의 구축은 미비하였던 것이 현재 구조물의 문제점으로 나타나고 있다. 따라서 구조물의 기능을 유지하도록 안전과 효율을 기하고 구조물을 이용하는 사람들의 편의와 안전을 도모하기 위하여 각종 구조물을 양호한 상태로 유지 및 보수를 하여야 한다.

각종 시설의 유지보수는 관계법규를 준수함과 더불어 유지보수 요령을 정하여 실시하는 것이다. 구조물의 유지관리에는 여러 가지 구조물에 대한 보수가 있겠으나 지난번 토목 기획특집에서 다루었던 교량구조물 유지보수의 후편으로 현재 활발하게 진행되고 있는 교각구조물의 보수에 관하여 기술하고자 한다.

교량은 상태를 항상 파악하고, 일상적인 유지관리를 잘 하므로서 상당히 사용년수를 연장시킬 수 있다.

그러므로 특히 정기적인 검사를 시행하고 파손

기 획 특 집

이 생기면 즉시 보수하는 것이 중요하다.

교각구조물 보수공법에는 교체, 기초의 보강 또는 보수, 기초지반의 개량 등이 있다.

양화대교의 보수 보강의 경우 유심부의 세굴에 의한 보강에는 강널말뚝에 의한 기초보강공법을 택하였고 콘크리트 파일기초로 된 구간은 기초지반의 개량공법이 적용되어 현재 공사가 진행중이다.

각각의 보수공법에 대하여 세부적으로 기술해 보기로 한다.

2. 교체

구조물 교체는 가장 근본적인 대책이지만 많은 문제점이 있어 비경제적이며 기술적으로 곤란한 경우에 하는 최후의 방법이다.

교각 등 기초구조물의 교체를 하는 일반적인 경우는 다음과 같다.

- ① 지반 활동, 사태, 지반 변위 등 다른 사항 때문에 변경설계를 할 경우
- ② 유수저해율의 개선, 지반의 국부변위 등의 이유로 구조물 위치를 변경할 경우
- ③ 구조물의 노후화, 대 파손 등의 이유로 보강수선이 곤란한 경우
- ④ 기초의 보강에 많은 공사비가 투입되고 신뢰도가 낮기 때문에 교체방법이 투자효과가 더 크다고 생각되는 경우
- ⑤ 기타 교체가 유리하다고 판단되는 경우

3. 기초의 보강 또는 보수

기초의 보강 또는 보수는 기초의 결함에 대한 기본적인 조치이다.

기초의 보강 또는 보수를 효과적으로 하기 위하여 결함의 원인, 기초, 구조물 및 지반 등의 조건

을 검토하여 가장 효과적인 조치를 취한다.

기초의 보강에 관련되는 일반적인 예는 다음과 같다.

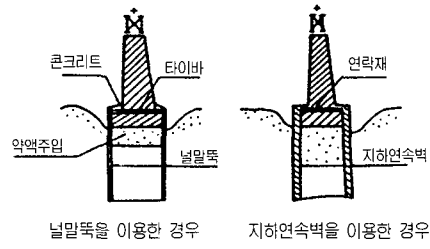
3.1 근입부족 때문에 세굴에 의하여 안정이 부족한 경우

3.1.1 널말뚝, 지하연속벽 등에 의한 기초주변의 보강

세굴에 의한 파괴방지를 주안으로 한 것이며 이 경우는 필히 널말뚝과 지하 연속벽 등의 정부(頂部)와 구조물을 견고하게 접속할 필요가 있다.

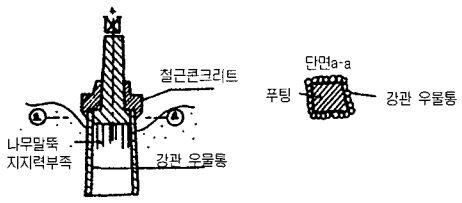
이 경우 보강부가 평균하상보다 상부에 위치하고 유수저해율이 크게 된다. 또한 국부세굴에 나쁜 영향을 미치기 때문에 주의하여야 한다.

지하연속벽은 강관, 현장타격말뚝에 의한 것도 포함된다.



(그림 1) 세굴조치의 예

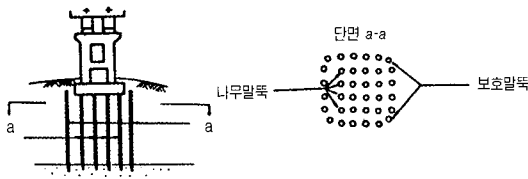
3.1.2 강관말뚝, 현장콘크리트말뚝, 지하연속벽 등에 의한 기초주변 보강 세굴에 의한 붕괴 외에 지지력 증대도 도모하는 것이며, 말뚝과 지하벽을 구조물에 견고하게 연결해야 한다.



(그림 2) 세굴에 의한 방호와 지지력 증대를 도모한 예

3.2 지지력이 부족한 경우

3.2.1 기초보강(underpinning)에 의한 지지력증대는 직접기초 및 말뚝기초의 부마찰력 발생, 말뚝의 근입깊이 부족, 나무말뚝의 부식 등에 의한 기초의 지지력이 부족한 경의 보강조치이다.



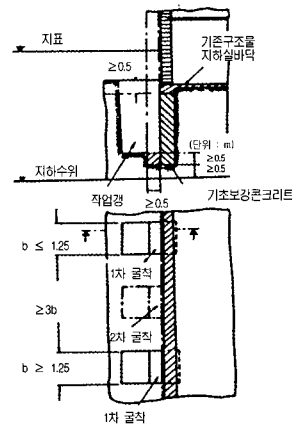
〈그림 3〉 고가교의 기초보강의 예

1) 얕은 깊이에서의 기초보강

일반적으로 기초지반조사 수행시에는 지하수위를 정확히 측정해야 한다. 만일 지하수위가 계획된 굴착깊이 보다 높을 경우 펌핑 등 지하수위 저하공법을 이용하여 수위를 낮추던가 굴착면에 차수벽을 설치하여 지하수의 영향에 대처하여야 한다. 지하수위가 지표면 아래 깊은 곳에 위치하거나 또는 저하된 지하수위에 대해서는 침투수로 인한 영향 또는 지하수위 상승 가능성을 검토하여야 한다.

다음 단계로는 지반의 안전성을 평가하여야 한다. 이것은 보강벽체에 따라 기초지반조사에서 작성된 지질 주상도가 잘못 되었는가를 검토하여야 하며 또한 입경분석, 지지력시험 등을 수행해야 한다. 기초보강 등의 설계시에 기존 구조물의 안정에 대해 많은 주의를 기울여야 하는데 균열의 깊이 기 발생된 파손상태를 기록해 두고 파손 발생원인을 파악해야 하며 정적거동상태, 지지 정도, 부재의 재질 등을 조사해야 한다. 작업갱의 폭은 작업하기에 불편하지 않을 정도로 커야 하나 최대 1.25m 이하로 한다. 〈그림 4〉와 같이 갱의 폭을 b로 할 때 처음에 파는 갱 사이의 간격은

3b 이상 떨어지도록 해야 한다. 이는 벽이 아칭 효과(Arching effect)에 의해 기초에 하중을 세분배 할 수 있는 경우 적용되는 경험에 의한 기준이다. 다시 말해서 위와 같이 굴착하면 굴착되지 않은 부위의 벽과 기초에 부가하중이 재하됨을 뜻한다. 따라서 이와 같은 세장기초의 지지력은 하중증가에 대비한 여분의 지지력을 갖춰야 한다.



〈그림 4〉 기초보강 갱 굴착

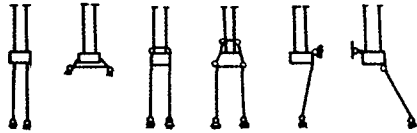
갱 굴착 순서는 벽 체 중앙을 기준으로 하여 일정한 간격(갱폭의 3배 이상)으로 위치를 잡아 동시에 굴착하여 기초보강을 완공하고 다시 갱 사이의 중앙부를 굴착하는 작업을 반복하기도 하고, 또 다른 방법은 벽과 가로벽이 만나는 부위를 먼저 굴착하여 작업하는 방법이다. 얕은 깊이에서의 기초보강은 지하수위가 낮고 단단한 지지층이 깊지 않을 때 적용한다.

2) 깊은 깊이에서의 기초보강

이는 지하수위가 높거나 단단한 지지층 깊이가 깊을 때 적용하며 보통 여러 가지 말뚝공법이나 다이아프램월공법 등이 이용된다. 이 경우 측방향 변위가 커서 수평버팀보다 타이백 공법 등이 필요하게 된다. 말뚝이 기초보강에 이용되는 설치 형

기 획 특 집

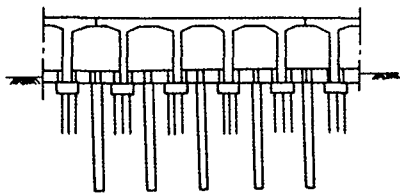
태는 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 기초보강의 설치형태

3.2.2 널말뚝, 말뚝 등에 의한 부마찰력 차단용의 보호말뚝 시공

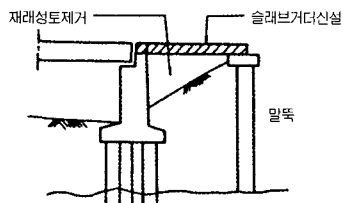
기초 주변에 널말뚝, 말뚝 등을 설치하여 주변 지반침하로 인하여 발생하는 부마찰력을 구조물 지지말뚝이 아닌 말뚝에 지지하여서 그 영향을 차단하도록 하는 것이다.



<그림 6> 보호말뚝의 예

3.2.3 구조물에 작용하는 하중의 경감

구조물 형식 개선으로 하중의 경감을 도모하는 것이다. 교대에 작용하는 토압의 경감과 콘크리트 구조물을 강구조물로 변경하는 방법이 있다.

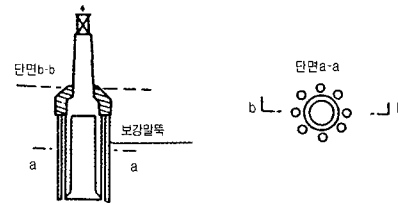


<그림 7> 말뚝의 수평지지력의 부족 때문에 배면성토를 제거한 예

3.2.4 말뚝에 의한 지지력 증대

말뚝 기초와 케이슨 기초에서의 기초 측면부에

말뚝을 설치하여 지지력의 증가를 도모한다.



<그림 8> 케이슨에 있어서 보강말뚝에 의한 지지력 증가 대책 예

4. 기초지반의 개량

지반개량의 근본적인 개념 즉 배수, 고밀도화, 고결, 보강 등의 개념 등이 오래 전부터 사용되어 왔고 현재까지도 신장비 및 신기술을 도입하여 효과적으로 적용하고 있는데 지반개량의 근본 목적은 다음과 같다.

- ① 전단특성의 개량(전단파괴의 방지, 전단변형의 방지, 토압의 경감 등)
- ② 압축성의 개량(압밀침하의 방지 등)
- ③ 투수성의 개량(누수방지, 차수 등)
- ④ 동적 특성의 개량(액상화 방지, 진동의 경감 등)

다음은 지반개량의 대표적인 범주를 분류하고 각 공법의 특성을 살펴본다.

4.1 다짐에 의한 고밀도화

기초지반이 느슨한 모래층으로 되어 있고 그 층이 두껍게 형성되어 있을 때는 구조물에 과도한 침하(전체 침하와 부등침하)가 발생하고 동적하중에 의해서 지반의 액상화 가능성이 높다. 이러한 결함을 보수하기 위해서는 전통적으로 사용되는 방법인 압성토 및 지표에서의 다짐만으로는 그 목적을 달성하기 어렵고 비교적 최근에 개발된 심

층다짐공법이 많이 사용되고 있다. 심층다짐공법은 크게 발파에 의한 충격, 진동 다짐 및 중량물 낙하 등으로 분류되는데 이들 공법의 효과는 다음의 인자들에 의해 영향을 받는다.

- ① 흙의 종류(입도 분포 및 세립토 함유율)
- ② 흙의 포화도 및 지하수위
- ③ 초기 상대밀도
- ④ 초기 지반응력
- ⑤ 초기 흙의 구조형상

위에 열거한 인자 중 흙의 입도 분포는 공법의 선정에 있어 가장 중요한 요소로써 일반적으로 0.074mm보다 가는 입자가 전체의 20~25%를 초과하면 진동다짐의 효과가 상대적으로 낮다는 경험적 결과가 나타났다. 이것의 주된 이유는 투수계수가 낮은 흙에서는 진동에 의해서 발생한 과잉간극수압의 소산이 지연되어 배수에 의한 다짐 효과가 떨어지고 세립토가 함유하고 있는 점착력의 역할로 인해서 흙의 분산이 어렵기 때문이다. 비교적 많은 양의 세립토를 함유하고 있는 지반의 다짐에는 발파에 의한 진동 또는 중량물 낙하가 더 효과적인데, 이들은 대단히 큰 에너지를 일시에 전달해서 지반의 변위를 유발시켜 강제다짐을 실시하는 것이다. 심층다짐의 효과를 지반내부에서 확인하는 방법은 다음에 열거한 방법 중 택일 또는 병행하여 사용한다.

- ① 표준관입시험(SPT)
- ② 콘 관입시험(CPT)
- ③ 압력시험(PMT)
- ④ 말뚝 관입 저항치 시험
- ⑤ 평판재하시험
- ⑥ 지중밀도계

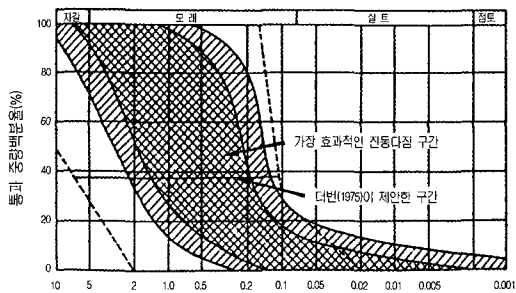
4.1.1 발파에 의한 진동다짐

지반 내부에 매설된 폭발물을 발파시켜 신속하고 저렴한 가격의 심층다짐을 실시할 경우가 있는데 개략적인 절차는 다음과 같다.

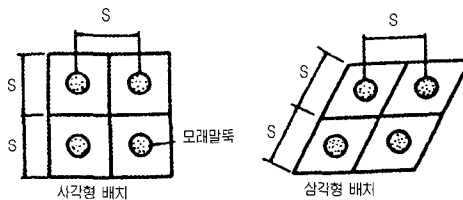
- ① 물의 살수(jetting)나 진동에 의한 파이프 매설
- ② 파이프 내부에 폭발물 설치
- ③ 파이프 내부의 되메우기
- ④ 발파

4.1.2 진동다짐

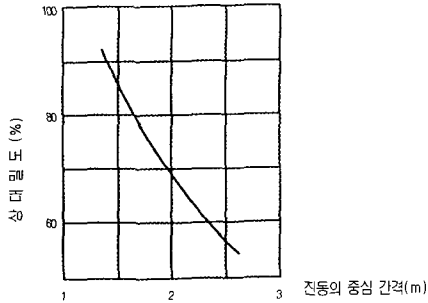
진동다짐에 적합한 지반의 입도 분포는 <그림 9>에 나타나 있고 진동기구(Vibroflot)의 관입가격은 대략 1.5~3.0m이며 배치형태는 격자형(삼각형 또는 정방형)으로 하는 것이 보통이고 <그림 10>은 그 개략적인 형태를 보여주고 있다. 진동기구의 관입가격은 각 배치형태에 따른 경험식



<그림 9> 진동다짐에 적당한 입도 분포



<그림 10> 대표적인 진동기구의 배치형태

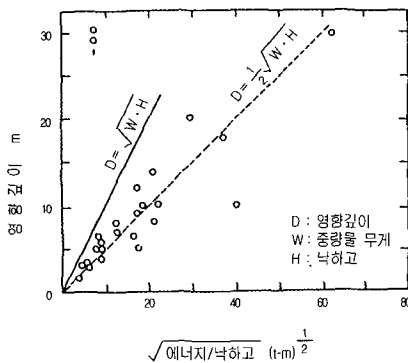


〈그림 11〉 다짐 후의 상대밀도와 관입간격의 관계

에 의해서 결정할 수 있는데 실제시공에 있어서는 시험시공을 통하여 가장 효과적인 간격을 결정하는 것이 바람직하며 〈그림 11〉은 관입간격과 다짐후의 상대밀도 관계를 개략적으로 보여주고 있다.

4.1.3 중량물 낙하(Heavy tamping)

중량물(최대 : 200톤)을 높이 40m 정도에서 지표에 낙하시켜 그 에너지를 지중에 전달하면 지반 내부에서는 수압할열(hydrofracturing)이 발생한다. 지반내부의 간극수를 배제하여 압축시키는 원리는 앞에서 설명한 방법들과 유사하다. 포화된 세립토의 지반에서는 그 효과가 저하되는 것이 통상적이며 〈그림 12〉는 지반에 가한 에너지와 그 영향깊이를 보여주고 있다.



〈그림 12〉 중량물 낙하에 의한 에너지와 영향깊이의 관계

4.2 압밀촉진 공법

점토층에 하중을 가하므로써 발생한 과잉간극수압을 소산시켜 압밀시키고 흙의 간극비를 감소시켜서 흙의 전단강도를 증가시키는 공법으로써 배수거리를 짧게 하여 밀도의 크기를 촉진시키는 공법과 함께 이용된다.

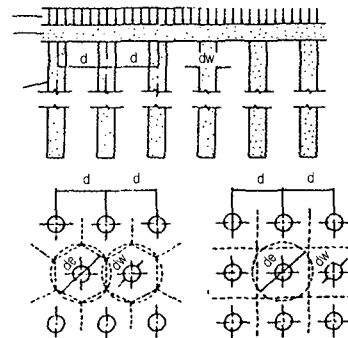
4.2.1 수직배수 공법

두꺼운 점토층 내에 투수성이 좋은 배수재를 연직방향으로 설치하여 최대배수거리를 짧게 하여 압밀을 급속히 진행시키는 공법이다. 배수재로는 모래, 종이 및 플라스틱을 이용한다. 또 최근 들어 여러 종류의 재질로 된 드레인이 개발되었고 대표적인 것은 다음과 같다.

- ① 샌드드레인
- ② 지오드레인
- ③ PVC드레인
- ④ 페이퍼드레인

샌드드레인 공법은 통상 직경이 30~50cm의 모래기둥을 정3각형 또는 정4각형의 형태로 적당한 간격으로 배치 시공한다.

〈그림 13〉에서와 같이 1개의 샌드드레인 유효원의 직경 d_e 는 샌드드레인 간격 d 에 대해서



〈그림 13〉 샌드드레인의 배치와 유효원

- 정3각형 배치인 경우 : $d_e = 1.05d$
- 정4각형 배치인 경우 : $d_e = 1.13d$ 로 된다.

4.3 고결공법

고결물을 흙의 간극 내에 주입시켜 흙 중에서 혼합시킨다든지 또는 흙을 냉각 또는 가열시킴으로써 고결시켜 흙의 전단강도, 압축성 및 투수성을 개선하는 공법이다.

4.3.1 생석회 공법

생석회(CaO)는 중량의 약 32% 정도의 물을 흡수하여 수산화함으로써 소석회(Ca(OH)₂)로 되는데 이 때 체적이 약 2배로 팽창하고 또한 약 280cal/kg의 열을 방출함으로써 주위 흙의 함수비를 낮추는 효과를 가져온다. 이 점토입자 표면에서 이온교환 반응이 일어나 칼슘이온(Ca⁺⁺)이 점토입자 표면에 흡착함으로써 토입자 표면의 대전상태(帶電狀態)가 변하므로 점토입자는 응집화 작용에 의하여 단립화 되어 그 성질을 개량하게 된다. 표층지반 개량방법으로서는 지표면에서 혼합함으로써 개량할 수 있으나 심층지반개량법으로 생석회말뚝을 모래말뚝공법과 같은 방법으로 시공한다. 생석회말뚝의 개량 목적은 다음과 같다.

- ① 연약점성토 지반 지지력의 급속 증가
- ② 연약지반의 입밀침하 저지 또는 저감
- ③ 가설차수벽 및 가설지벽의 조성
- ④ 활동파괴의 방지

또한 그 용도는 다음과 같다.

- ① 건설 기초 연약지반의 강화
- ② 지하철도 건설에 있어서 굴착공사의 안정화
- ③ 철도 및 도로 기초의 파괴 방지

4.3.2 주입공법

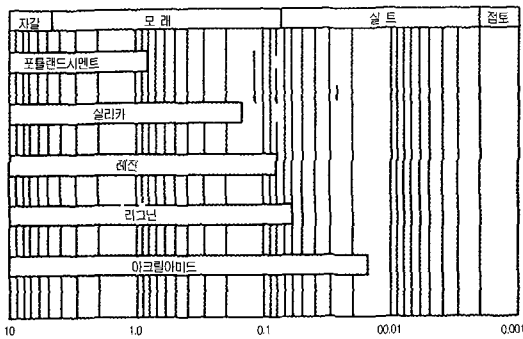
시멘트 점토수(粘土水) 및 각종 화학약액 등의 그라우트를 지반의 간극에 압입시켜서 지반의 지수성을 높이고 또한 강도를 증가시키는 방법을 주입공법이라 한다.

구체적인 적용은 다음과 같다.

- ① 과도한 침하를 방지하기 위한 공극채움
- ② 인근 건물의 변형을 방지하면서 지반을 강화시킴
- ③ 터널공사 중에 지반의 변형을 방지
- ④ 횡방향 지지를 감소시키기 위한 지반강화
- ⑤ 액상화 방지를 위한 느슨한 모래층의 강화
- ⑥ 사면안정
- ⑦ 팽창성 흙의 체적변화 조절

주입재료는 유동성이 있고 일정한 시간(gel time) 후에 고결되는 것을 요구하는데 그 재료에 따라서 현탁액형(suspension)과 용액형(solution)으로 대분 된다. 현탁액형은 시멘트와 물을 혼합하여 주입하는 것이고 용액형은 화학약품을 사용하는 형태이며 지반재료의 입도에 따라 그 적용한계가 정해진다. <그림 14>는 각각의 주입재료에 적합한 입자의 크기를 표시하고 있다. 또한 주입 방법으로는 펌프압력에 의하여 주입시키는 침투주입공법과 고압분사에 의해서 그라우트를 지반 내에 분사하여 현 위치에서 흙과 그라우트를 혼합시켜 고결토를 얻게 되는 지반개량공법이 있는데 이는 침투주입공법의 결점을 개량한 것으로 점성토에서도 이용할 수 있는 분사주입공법이다. 침투주입공법에서 사용하는 주입약액은 규산소다(sodium silicate), 리그닌(lignin) 또는 그 유도체, 아크릴아미드(acrylamide) 및 요소(尿素) 등의 그라우트가 있으며 모두가 지반 내에 주입된 후 겔(gel) 형태로 변형되어 소기의 목적을 달성

케 된다. 침투주입공법에 있어서의 주입압력은 일반적으로 깊이 1m에 대해서 0.2~0.23kg/cm² 정도 이하로 한다. 그러나 분사주입공법은 그라우트를 고압분류(高壓噴流)하여 완전히 교반시켜 그라우트와 혼합고결 시킴으로써 펌프의 압력은 200~600kg/cm²의 고압이 필요하다. 즉 400kg/cm² 정도의 압력으로 분사하기 때문에 이 공법은 일축압축 강도(qu)가 20kg/cm² 정도의 지반토까지 적용할 수 있다.



〈그림 14〉 입자의 크기에 따른 주입재료

4.3.3 동결공법

연약지반의 지하수위 아래에서 지반의 굴착 등을 위한 작업에 필요한 일시적인 지지효과 및 지하수위의 차단효과를 얻기 위해서 인공적으로 지반을 동결시키는 공법이다. 동결재료는 나이크로젠용액 또는 이산화탄소를 많이 사용하는데 비용이 많이 들므로 특수한 조건의 경우를 제외하고는 많이 적용되지 않는다.

4.4 흙의 치환 및 보강에 의한 공법

4.4.1 흙의 치환에 의한 공법

연약층을 양질토로 치환하는 적극적인 공법으로 대단히 연약한 점성토층이 지표면 부근에 존재하는 경우에 가장 효과적인 공법이다. 그러나 연약층이 두꺼운 경우에는 공사비가 비싸므로 경제

적이 되지 못한다. 일반적으로 사질토로 치환되는 경우가 많은데 흙의 전단 특성 및 압축성의 개선에는 유효하나 투수성이 문제가 되는 경우에는 부적당하다. 또한 치환된 모래층이 충분히 다져지지 않은 경우에는 액상화현상이 일어날 우려가 있으며 또한 시공이 일정치 않으면 부등침하의 원인이 될 수도 있다. 치환공법으로는 연약층을 전반적 또는 부분적으로 굴착 제거한 후 양질토로 치환하는 굴착치환공법과 치환성토의 자중, 분사 또는 폭파 및 사주(砂柱)의 압입 등에 의해서 연약토를 강제적으로 압출(壓出)시켜 양질토로 치환하는 강제치환공법이 있다. 성토자중에 의한 경우는 치환토의 자중에 의해서 연약층을 측방으로 압출시키는 공법으로서 지반이 대단히 연약한 경우에 적합하다. 연약층이 성토자중만으로는 충분히 치환될 수 없는 경우에는 폭파 또는 분사를 보조적인 수단으로 이용한다. 또한 사주 압입에 의한 경우에는 직경이 큰 다짐모래말뚝을 좁은 간격으로 시공하는 것으로서 표층부에 굴착치환공법과 함께 이용되는 경우가 많으며, 이 경우 약 20m 정도의 적은 층까지 치환이 가능하다.

4.4.2 지반보강공법

기존 지반의 강도를 증대시키는 보강공법은 다음과 같은 종류가 있다.

- ① 자갈(모래)말뚝(stone column)
- ② 마이크로말뚝(micropile)
- ③ 소일네일링(soil nailing)
- ④ 보강토(reinforced earth)

자갈말뚝공법은 자갈, 모래 또는 쇠석을 직경은 보통 0.6~1.0m이다. 상부 구조물의 하중을 지지하고 연약지반에서는 배수기능을 촉진시키며 전단강도를 증대시킨다.

마이크로말뚝은 상부하중의 지지와 함께 지반의 이동을 방지하고 사면의 안정을 도모한다. 직경이 보통 7.5~25cm 정도로 작고 현장치기 콘크리트로 만들어지는데 말뚝의 중심에 철근을 보강하는 것이 상례이다.

소일네일링은 지반사면 등의 보강을 목적으로 일련의 철봉을 지반에 설치하는 공법으로 암반앵커나 어스앵커 등과 유사한 공법이다.

보강토공법은 최근 들어 많은 개발을 해 오고 있는 신공법으로 장소가 협소한 지역의 유지보수에 적합하며 특히 교대, 옹벽의 건설에 많이 사용된다.

〈표 1〉과 〈표 2〉는 보강공법의 주요기능과 적용범위를 각각 보여주고 있다.

〈표 1〉 주요 보강공법의 기능

기능 \ 공법	보강토	소일네일링	마이크로말뚝	자갈말뚝
인 장	○	○	○	
압 축			○	○
전 단		○		○
휨			○	

〈표 2〉 주요 보강공법의 적용범위

적용 \ 공법	보강토	소일네일링	마이크로말뚝	자갈말뚝
지지력	○		○	○
안 정	○	○	○	○
침하량	○		○	○
침하율				○

보강공법의 적절한 적용범위를 정하는 데에는 흙의 3가지 특성인 압밀성, 투수성 및 전단강도에 대한 깊은 이해와 지진과 같은 동적인 에너지에 의해 흙의 체적감소와 더불어 입자사이에 있는 물의 이동에 많은 시간이 걸려 흙 속에 토입자가 부

유하는 액상화(liquefaction)는 물론 중량물 낙하에 의한 지반 내부의 수압할열 등의 이해가 필수적이다.

이는 1920년경 Terzaghi에 의한 흙의 특성연구와 1948년, 1964년의 일본 福井과 新潟지진에서 규명된 액상화와 1976년 미국 Teton댐의 붕괴로 인한 수압할열에 대한 연구, 1965년 일본 宮崎縣和田橋교각 보수보강에서 얻은 귀중한 경험 이 이들 보강공법의 요체가 되었음은 재론의 여지가 없다.

5. 결어

지금까지 교각구조물의 유지보수를 위한 여러 가지 방법에 대하여 알아보았으나 이러한 내용은 대부분 유지관리자의 선택에 따르는 권장사항일 뿐이며 이러한 기술적 또는 사회적 방법론이 보편적인 원칙으로 자리잡기 위해서 법적인 강제성을 띤 수동적인 유지보수에서 보다 더 실제적인 발주자와 시공자, 사용자 모두가 유지관리에 대한 확고한 개념정립이 중요하며 적극적이고 능동적인 사고방식으로서의 전환과 교량구조물의 이용자의 안전을 위한 개념의 유지보수 및 관리로서 사회적 인 여건 조성이 가장 중요하다는 것을 인식하여야 할 것이다.

모든 학문이 그렇겠으나 특히 유지보수에 대한 방법이 아직도 검증단계에 있는 것인 만큼 이 분야에 대한 기술적인 연구개발이 절실하므로 기술개발의 견인차의 역할을 해야 할 관련분야 기술사의 가일층의 분발을 촉구하면서 이 글을 끝낸다.

(원고 접수일 2000년 12월 14일)