

통신용 강관전주의 안정성 개선을 위한 실험적 고찰 Experimental Consideration for Stability Improvement of Steel Pole

한진우, 정성택
(Jin-Woo Han and Seong-Taek Jeong)

Abstract : 현재 통신용 강관전주는 상,하로 2 분할된 강관을 조립하여 대부분 사용하고 있다. 콘크리트전주에 비해 가볍고, 길이가 짧기 때문에 도심지 등 협소한 지역에서도 시공이 가능하며 특히 소규모 인력으로 시공이 가능하다. 하지만 전주의 단면이 작아 별도의 기초 보강을 하지 않고서는 지반의 지지력이 부족하여 전주가 기울어지거나 전도되는 현상이 빈번히 발생하고 있으며, 또한 운반을 용이하게 하기 위하여 2 분할한 강관의 조립 부분에서의 꺾임 현상이 발생하여 도시 미관을 해치고 있는 실정이다.

통신전주의 안정성을 확보하기 위해서는 전주 자체가 보유한 강도를 발휘할 수 있도록 충분한 지반지지력이 확보되어 있어야 한다. 강관전주의 휨강도 실험 및 현장 지반지지력 실험을 통해 충분한 지반지지력을 확보할 수 있는 공법을 도출해 내고, 현재 강관전주의 지반지지력 보강을 위해 사용하는 콘크리트블록 설치 방식이 아닌 시공 편리성 및 안정성을 개선한 기초콘크리트 방식을 제시하고자 한다.

Keywords: 강관전주, 지반지지력, 휨강도, 풍압

I. 서론

통신 전주는 케이블을 가공에 설치하거나 가입자 댁내로 인입시키기 위해 케이블을 지지하는 구조물로서 소용량의 케이블을 쉽고 경제적으로 포설할 수 있어 통신 역사상 가장 오래 사용되고 있다. 통신 전주는 용도 및 사용처에 따라 콘크리트전주와 조립식 강관전주를 사용하고 있으며 조립식 강관전주의 경우 가볍고 길이가 짧아 운반 및 시공이 편리하여 도심지 등 장소가 협소한 지역에 주로 사용되고 있고, 또한 소규모 인력 시공이 가능하여 전주 피해 발생시 즉각 대처할 수 있는 장점이 있다.

하지만, 기초부분의 전주 단면이 작아 별도의 지반 보강을 하지 않고서는 지반의 지지력을 확보할 수 없어 전주가 기울어지거나 전도되는 현상이 빈번히 발생하고 있으며, 현장에서 작업자가 주상 작업시 안전을 확보 할 수 없다. 또한 이동의 편리성을 위하여 2등분한 전주의 조립부에서 꺾임 현상이 발생하여 도시 미관을 해치고 있는 실정이다.

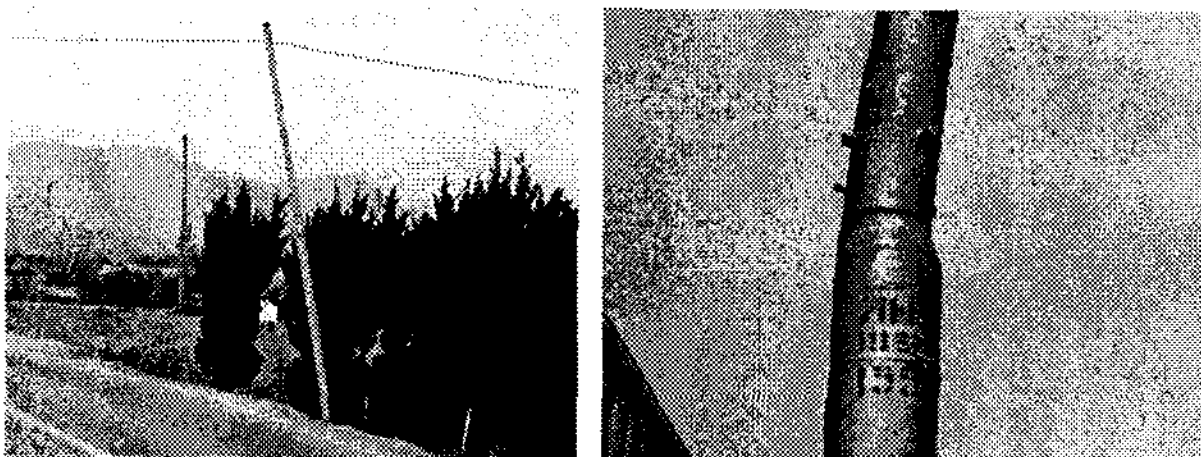


그림 1 강관전주 피해 사례

통신전주는 풍압에 따라 설계하중이 설계되어 풍압지역에 적합한 설계하중의 전주를 사용하고 있다. 전주자체의 설계하중을 만족시키기 위해서는 지반의 지지력 또한 그 이상이 되어야 안정적인 구조물로서 역할을 할 수 있다.

최근 들어 엘니뇨, 지구 온난화 현상 등으로 인한 기상 이변이 속출하고 있고 앞으로는 한반도에도 슈퍼 태풍이 닥칠 것이라는 기상 예견이 심심치 않게 발표되고 있어 풍수해에 대한 세심한 주의를 기울여야 하고, FTTH로의 망 진화가 진행됨에 따라 점차 통신전주의 안정성이 강조되고 있다. 따라서 본 논문에서는 통신전주의 한 부분을 차지하며

현재 사용하고 있는 조립식 강관전주의 자체 강도 실험 및 현장 지반지지력을 실험을 통해 기존 강관전주의 성능을 분석 고찰하여 가장 적합한 기초 보강 방법을 제시하고, 나아가 새로운 개념의 기초콘크리트 방식을 제시하여 시공성 및 안정성을 개선하고자 한다.

II. 본론

1. 통신전주 휨강도 실험

전주 총 길이 7m, 근입깊이 1.2m, 설계하중 200kgf을 갖는 전주를 대상으로 현재 사용하고 있는 조립식 강관전주 및 콘크리트전주와 개발한 기초콘크리트 방식 강관전주의 전주 자체 강도를 비교 확인하기 위해 휨강도 실험을 수행하였다.

실험방법은 기초부 1.2m를 그림 2와 같이 강제 구속하고 자중에 의한 수직 처짐 현상을 방지하기 위하여 전주 상단 밑부분에 롤러를 설치한 후 전주 상단의 하중점(전주 끝단으로부터 25cm 지점)에 하중을 수평 재하 하여 변위가 증가함에 따른 휨하중을 측정한다. 이때 파괴될 때의 파괴하중(400kgf 이상)은 설계하중(200kgf)의 2배 이상 이어야 한다.

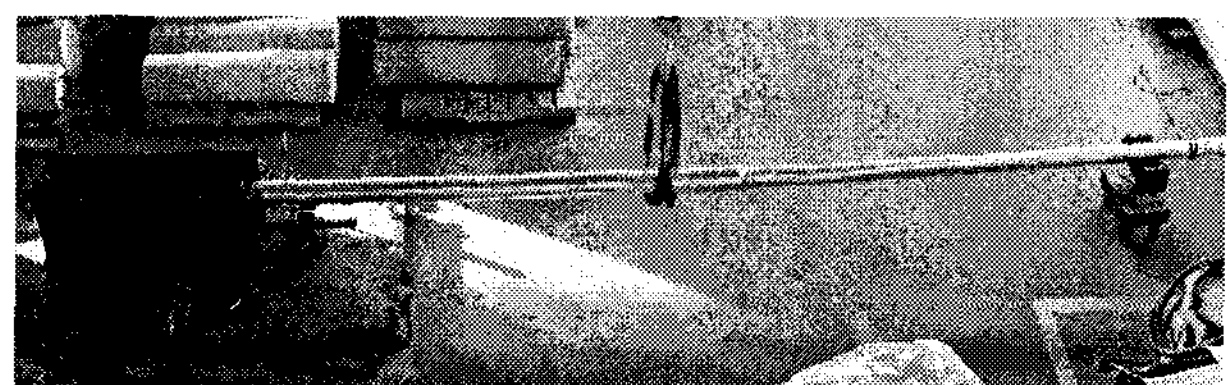
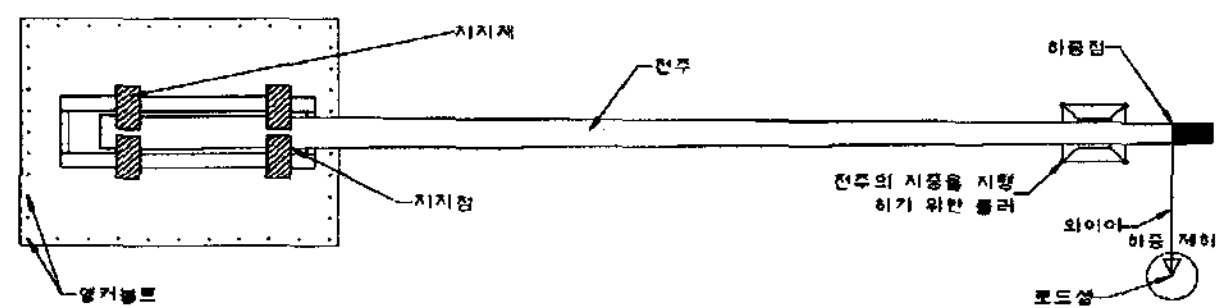


그림 2 통신전주 휨강도 실험 방법

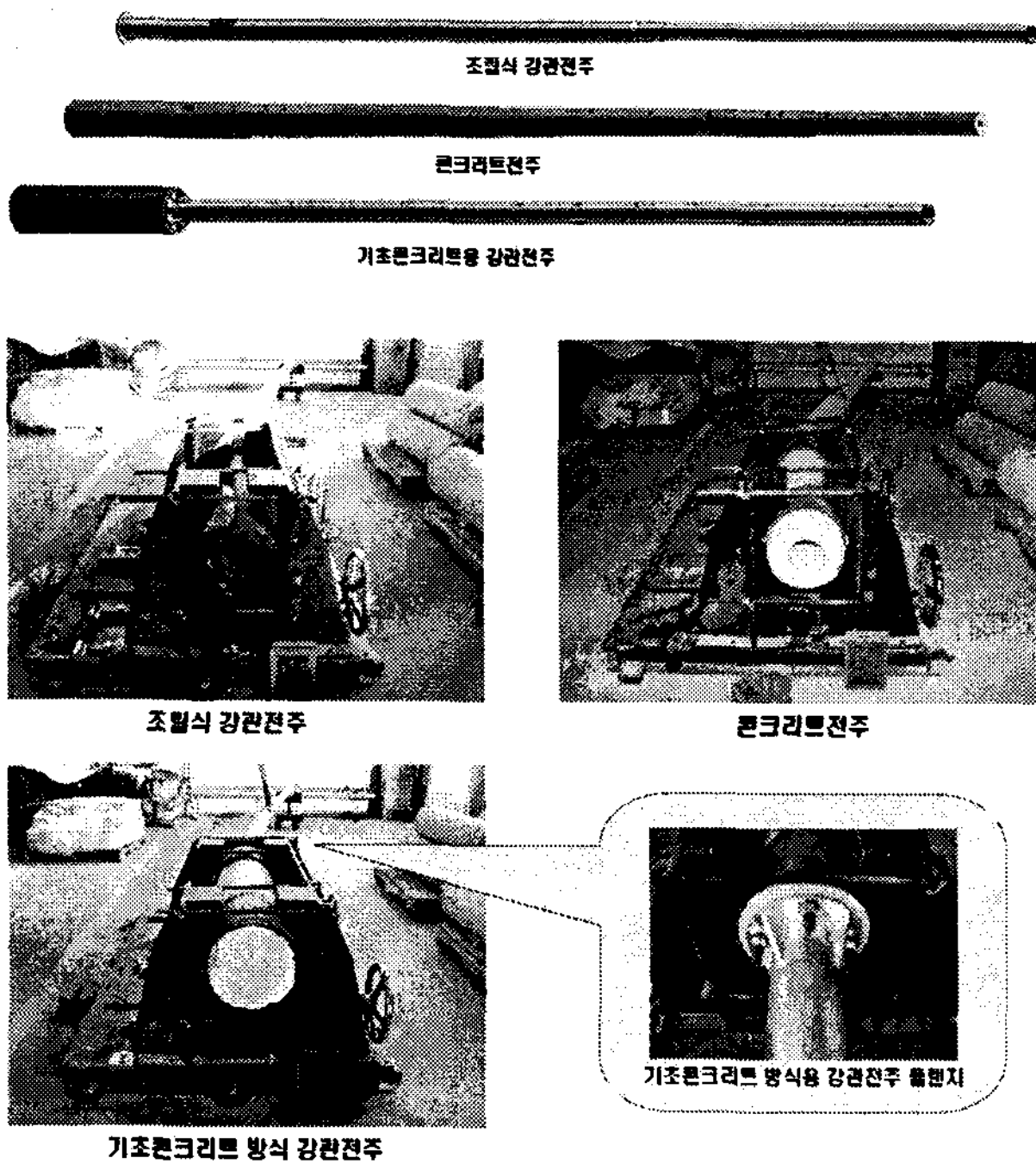


그림 3 시료 별 강관전주 휨강도 실험

실험결과 모두 기준 파괴하중(400kgf)을 만족하여 전주 자체의 강도는 문제가 없었으며, 기초콘크리트 방식 강관전주의 파괴하중은 549kgf로 기존 조립식 강관전주 파괴하중 416kgf 보다 133kgf 상승되어 기초콘크리트 방식 강관전주의 전주 자체의 안정성이 기존 강관전주에 비해 약 32% 향상되었고 콘크리트전주에 견주어도 전혀 안정성에는 손색이 없었다. 휨강도가 향상된 원인은 힘이 집중되는 위치에 기초콘크리트와 강관전주를 연결하기 위해 적용한 볼트 체결 플랜지 방식이 하중 전달시 강관전주의 변형을 억제하여 기존 강관전주 자체의 지지형식보다 휨강도가 크게 향상되었다. 다만, 강관전주의 재질 특성상 콘크리트전주에 비해 초기 변위량이 상대적으로 크게 발생하였다. 강관전주는 전주 건설 후 기준 하중 이상의 외압에 의해 초기변형이 콘크리트전주에 비해 상대적으로 클 것으로 판단되나 취성파괴(급작스러운 파괴 형상)되는 콘크리트 전주에 비해서는 안전하다고 판단된다.

표 1 통신전주 휨강도 실험 결과

기초콘크리트용 강관전주 (7m-200kgf)		조립식강관전주 (7m-200kgf)		콘크리트전주 7-14-200	
하중(kgf)	변위(mm)	하중(kgf)	변위(mm)	하중(kgf)	변위(mm)
50	40	50	46	50	19
100	94	100	105	100	38
150	153	150	160	150	62
200	213	200	217	200	108
250	277	250	270	250	150
300	341	300	329	300	217
350	412	350	389	350	281
400	485	400	500	400	362
450	572	416	628	450	458
500	705			500	617
549	1,075			538	775

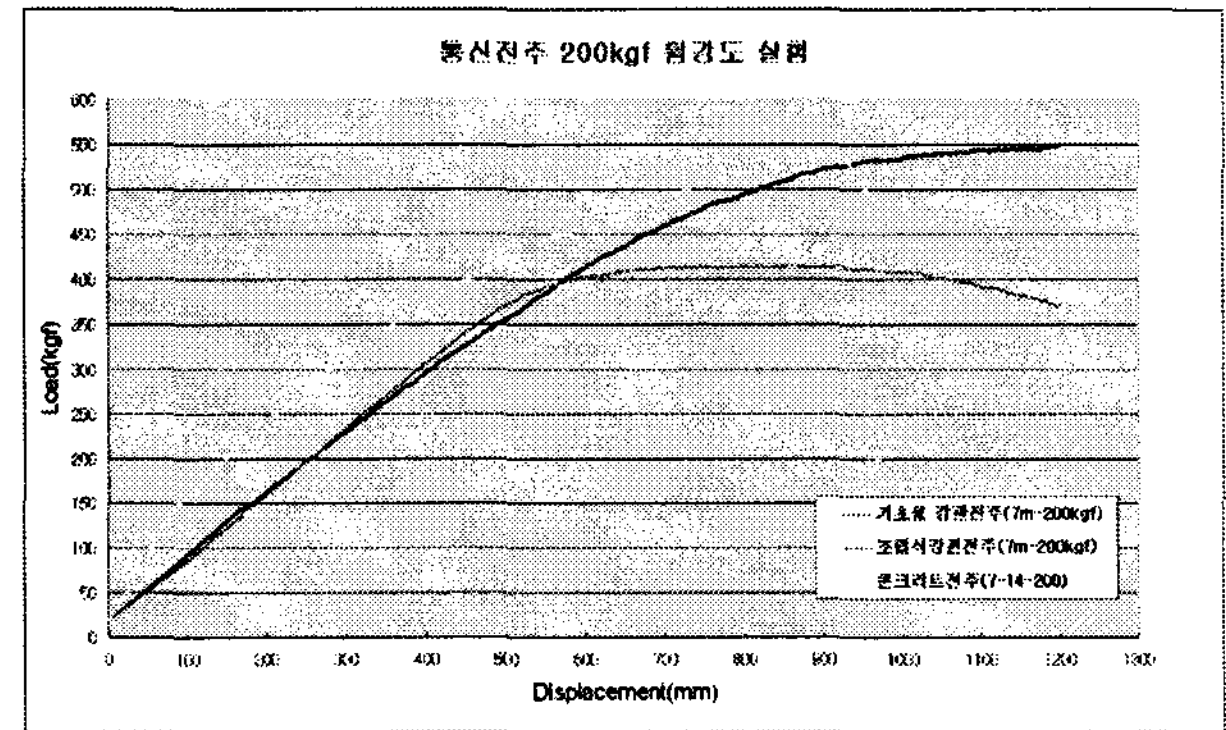


그림 4 통신전주 별 변위에 따른 휨하중

2. 강관전주 지반지지력 실험

기존 조립식 강관전주 및 기초콘크리트 방식 강관전주의 기초 안정성을 검토하고 분석하여 가장 적합한 전주 기초 보강 공법을 제시하기 위해 현장 지반지지력 실험을 수행하였다. 실험 대상은 설계하중이 200kgf 인 조립식 강관전주에 콘크리트블록을 체결하지 않고 전주자체만 건식한 경우, 표준 공법을 준용하여 지상에서 30cm 아래 기초부 상단에 콘크리트블록을 1개를 설치 한 경우, 기초부 상단 1개와 하단 1개 총 2개를 설치한 경우, 기초콘크리트의 직경을 30cm, 35cm, 40cm로 하여 기계화 건식한 경우, 인력으로 건식한 경우 총 9 종류의 건식 방법을 대상으로 하였다.

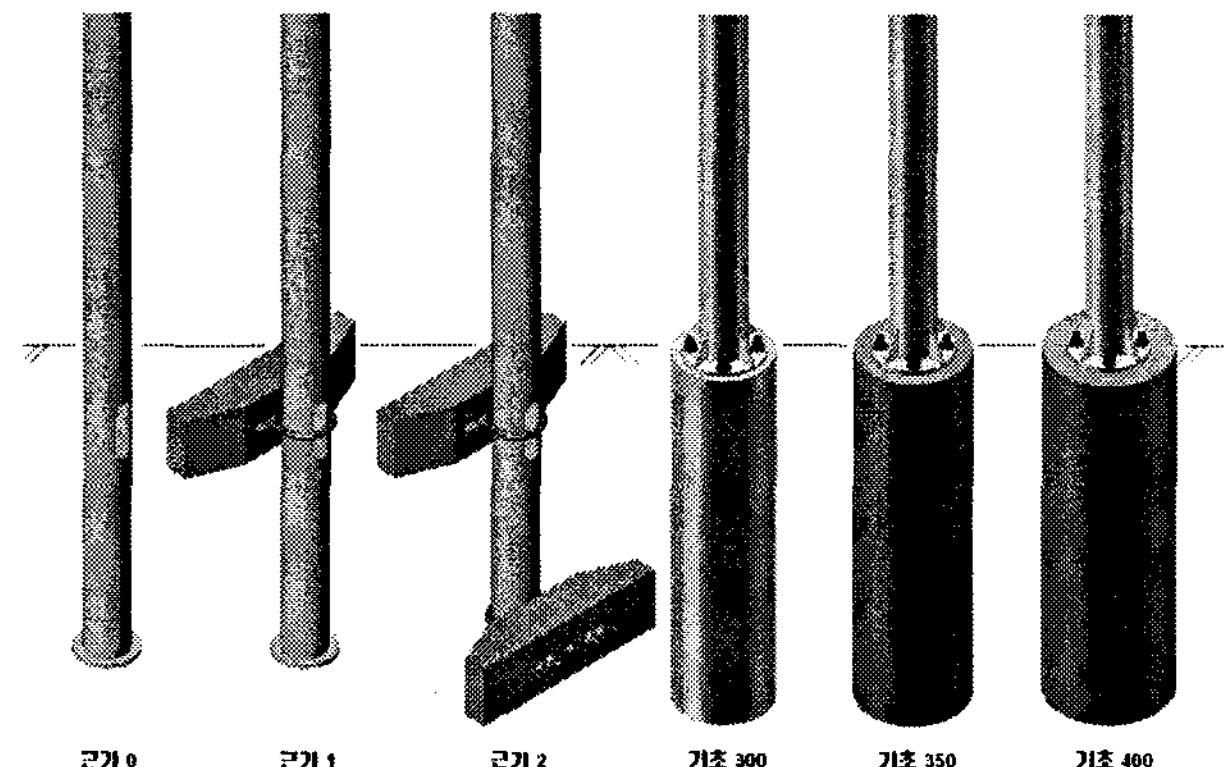


그림 5 현장 지반지지력 실험용 전주 건식 방법

실험 방법은 전주를 건식한 후 전주 하중점에 와이어를 체결하고 와이어 중간 지점에 로드셀을 설치하여 윈치를 이용하여 사선장력을 가하여 변위가 증가함에 따른 장력을 측정하여 수평방향의 장력으로 환산하였다. 이때 3도의 변형이 발생하였을 때 수평장력은 설계하중(200kgf)이상이어야 한다.

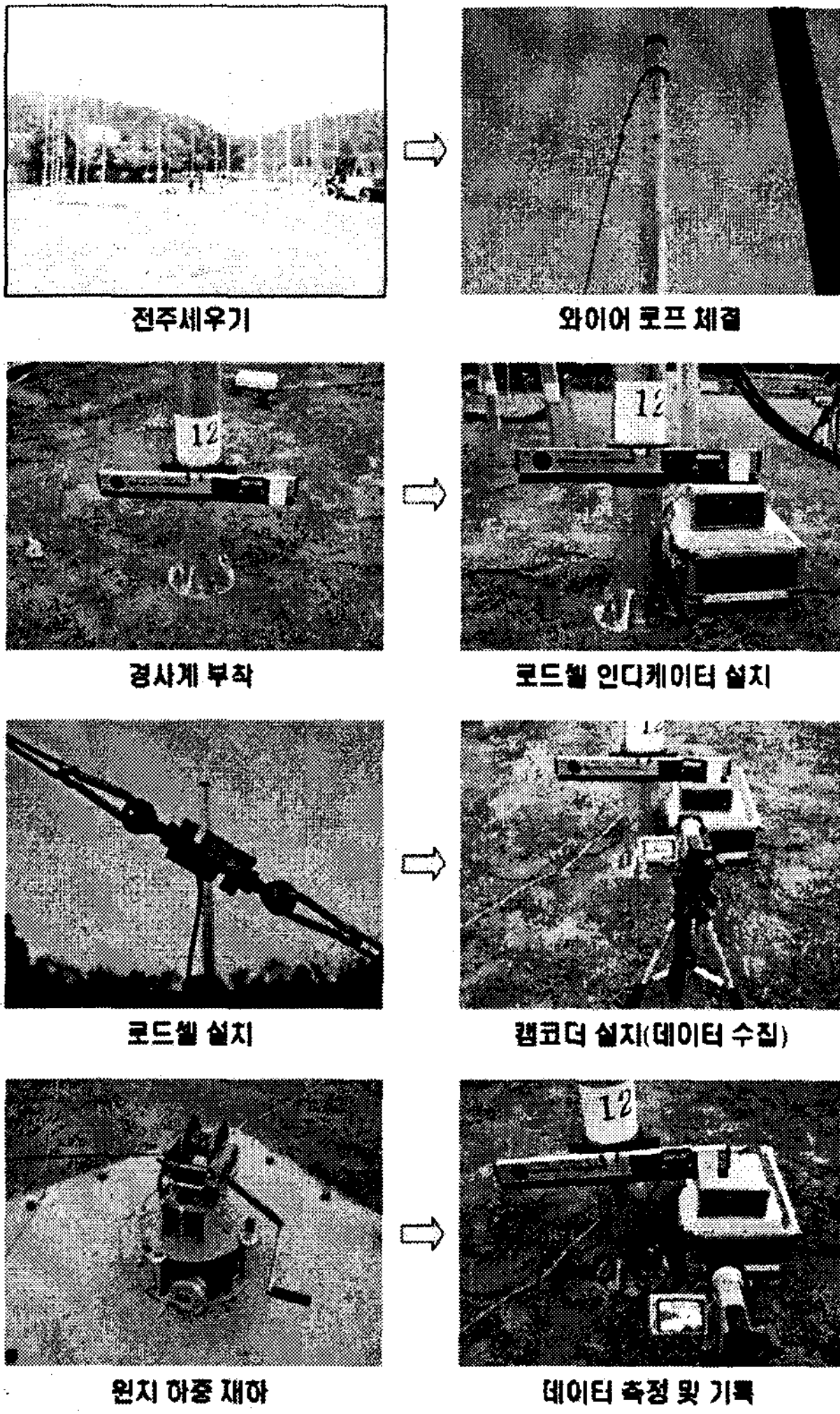


그림 6 지반지지력 실험 방법

실험결과 기존 조립식 강관전주를 별도의 보강 없이 강관전주 자체의 근입깊이 만으로 지지하는 경우에는 3도 경사시 전주의 설계하중 200kgf 보다 작게 측정되었고, 콘크리트블록을 1개 체결한 경우에도 설계하중 보다 작게 측정되었다. 콘크리트블록 1개를 체결하는 경우에는 지반보강 효과가 거의 없음을 확인할 수 있었다. 콘크리트블록 2개를 체결한 경우에는 설계하중에 근접하게 측정되어 최소한 콘크리트블록을 2개 이상 설치해야만 지반 보강 효과가 있는 것으로 나타났다. 지반 보강을 위하여 콘크리트블록을 체결하는 경우에는 굴착량이 많아 되메우기시 지반 다짐을 충분히 하더라도 원지반이 상당히 교란되어 보강효과가 상대적으로 크지 않음을 확인할 수 있었다. 기초콘크리트 방식의 강관전주를 기계화(오거크레인 사용)로 건설한 경우에는 모두 강관전주의 설계하중 200kgf 보다 크게 상위하게 측정되어 지반 보강 효과를 가져올 수 있었다. 다만, 인력으로 건설한 경우에는 설계하중에 근접하는 지반지지력이 측정되었으며, 인력건설의 경우에는 기초콘크리트의 직경보다 많은 양의 땅을 굴착하게 됨에 따라 주변 지반이 교란되어 기계화 건설의 경우보다는 효과가 떨어졌으나 콘크리트블록 설치 방법 보다는 지반 보강 효과가 우수함을 알 수 있었다.

변형량에 따른 지반지지력은 콘크리트블록을 체결하여 지반보강을 하는 경우보다는 기초콘크리트 방식의 경우가 동일한 하중시 변위가 적게 측정되었으며 전주가 전도되는 시점에서의 하중값 또한 크게 측정되었다. 기초콘크리트 방식이 콘크리트블록 체결 방식보다는 지반 보강 효과가 우수함을 알 수 있었다.

표 2 지반지지력 실험 결과

구분	연직	인력	인력	인력	인력	인력	인력	인력	인력	인력	인력	인력	인력	인력	기계화	기계화	기계화	기계화	기계화	기계화										
경사각	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	300	350	400	450	500											
지지력(kgf)	42.5	84.1	125.7	167.3	208.9	250.5	292.1	333.7	375.3	416.9	458.5	499.1	540.7	582.3	143	126	189	127	234	182	194	206	185	184	324	250	329	315	301	249

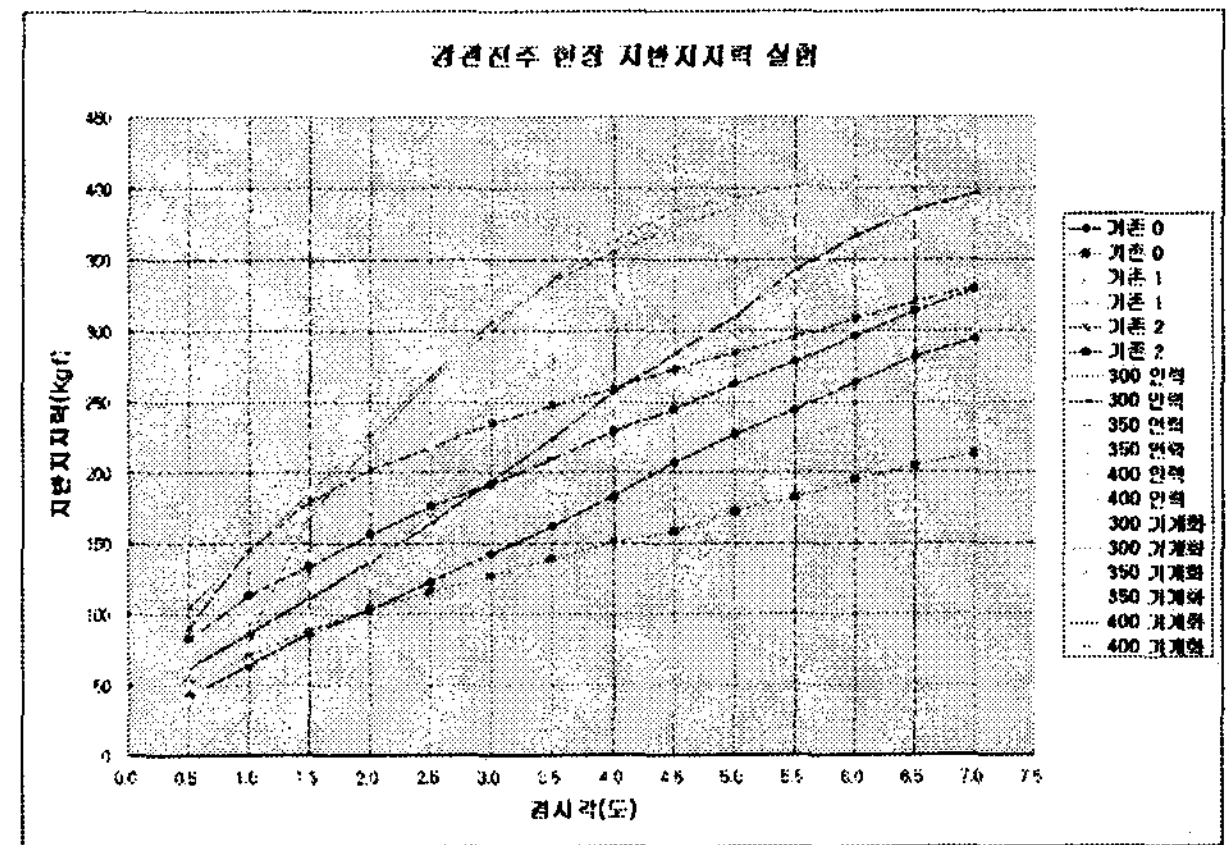


그림 7 경사각에 따른 지반지지력(수평하중)

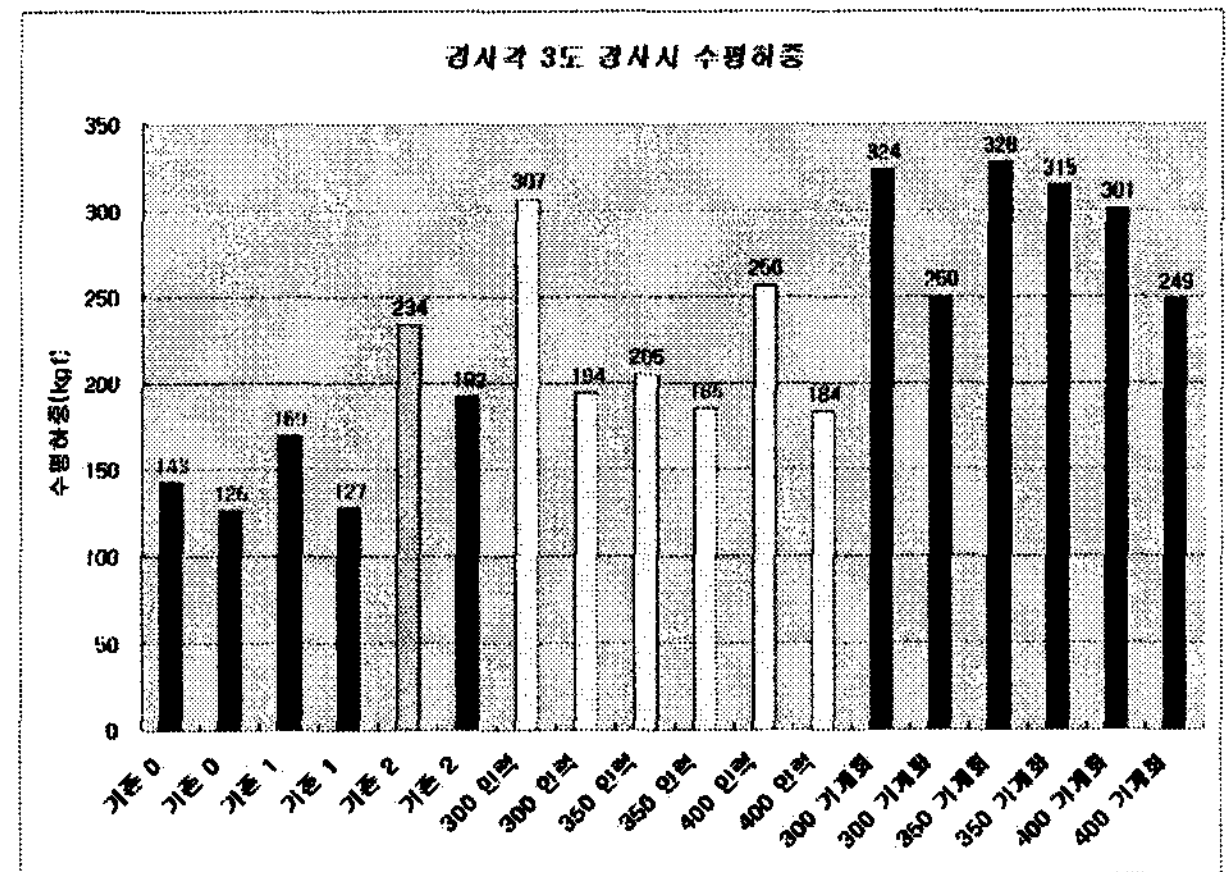
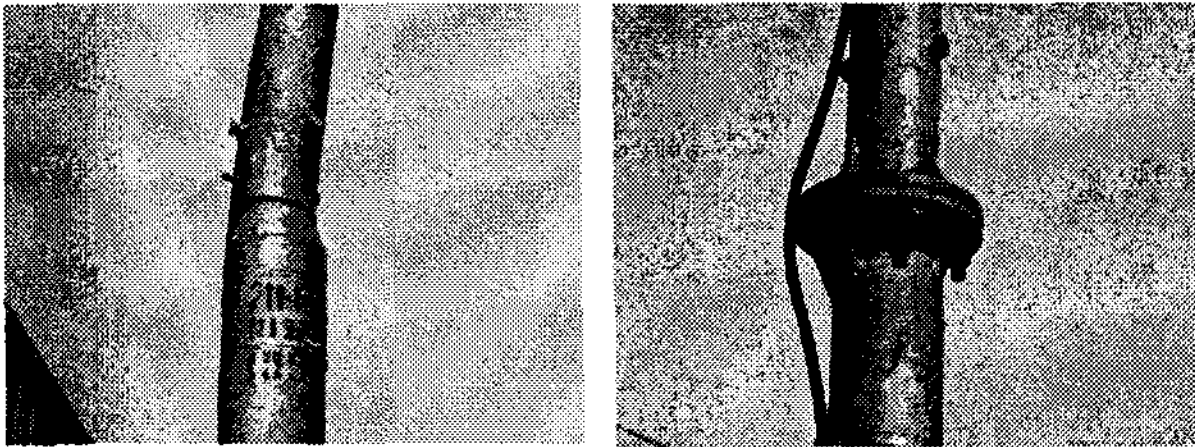


그림 8 전주 3도 경사시 지반지지력(수평하중)

3. 강관전주 조립부 격임 현상 검토

이동의 편리성 때문에 상하로 2분할 된 조립식 강관전주의 조립부에서 격임 현상이 발생하는 원인은 현장에서 구조상 강관전주를 일직선으로 조립하기 어려우며, 조립 후 시간

이 경과함에 따라 풍하중 및 외부 하중의 잦은 진동으로 인한 유격이 발생하여 꺾임 현상이 발생한다고 판단된다. 이를 개선하기 위해서 강관전주를 일체형 또는 플랜지 볼트 체결 방식으로 하면 중간 조립부에서의 꺾임 현상을 방지하여 전주의 안정성 및 도시 미관을 개선할 수 있다.



슬리브 조립 방식

플랜지 볼트 체결 방식

그림 9 강관전주 조립부 결합 방법

III. 결론

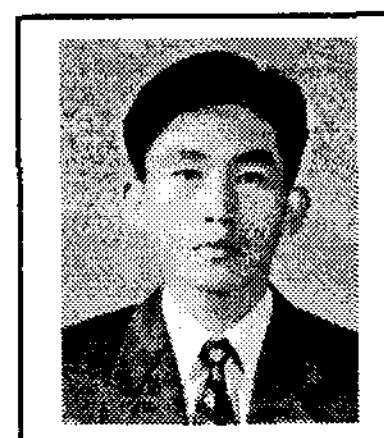
현재의 조립식 강관전주는 별도의 지반 보강을 하지 않고서는 지반의 지지력이 부족하며 강관전주의 지반지지력이 강관전주 자체의 설계하중을 만족하기 위해서는 콘크리트블록 1개를 설치하여서는 지반보강 효과가 미미하기 때문에 최소한 2개 이상의 콘크리트블록을 설치하고 충분한 되메우기 다짐을 하여야 한다. 그러나 콘크리트블록 2개 이상을 설치하기 위해서는 굴착량이 많고 시공이 어려워 작업시간이 많이 걸린다. 이를 개선하기 위한 방법으로 기초콘크리트 방식을 도입하여 기초부는 안정성이 확보된 단면을 갖는 프리캐스트 콘크리트로 하고 지상돌출부는 현재와 같은 강관전주를 사용함으로써 기존 강관전주에 비해 전주자체의 강도 향상과 안정된 지반지지력을 확보할 수 있다.

또한 이동의 편리성 때문에 2분할 된 조립식 강관전주의 슬리브 결합 방식을 일체형 또는 플랜지 볼트 체결 방식으로 대체하면 중간 조립부에서의 꺾임 현상을 방지하여 전주의 안정성을 확보하고 도시 미관을 개선할 수 있다.



한진우

1989년 부산대학교 토목공학과 석사 졸업.
1990년~현재 KT 인프라연구소 재직 중



정성택

1993년 충남대학교 토목공학과 졸업.
1995년~현재 KT 인프라연구소 재직 중