

# 축구경기장 토양의 물리적 특성과 잔디 마모특성\*

## - 2002년 월드컵 인천경기장 모형돔을 대상으로 -

심상렬\*\* · 정대영\*\*\*

\*\*청주대학교 환경조경학과 · \*\*\*청주대학교 산업과학연구소

# Physical Properties of Soil and Turfgrass Wear Characteristics of Soccer Fields

## - A Simulation of the Incheon 2002 World Cup Stadium -

Shim, Sang-Ryul\*\* · Jeong, Dae-Young\*\*\*

\*\*Dept. of Environmental Landscape Architecture, Chongju University

\*\*\*Industrial Science Research Institute, Chongju University

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate physical properties of soil and turfgrass wear characteristics within turfgrasses inside or outside the stadium. A 1/1000 scale model Incheon world cup soccer dome was constructed for this test.

Turfgrasses planted inside and outside the model dome were; Kentucky bluegrass(KB), Kentucky bluegrass + perennial ryegrass mixture (KB+PR), Kentucky bluegrass + tall fescue + perennial ryegrass mixture (KB+TF+PR), *Zoysia japonica* 'Anyangjungzii'(ZA) and *Zoysia japonica* 'Zenith'(ZZ). The rootzone was constructed by the multi-layer method (United States Golf Association method).

Traffic on turfgrasses was treated with a 120kg roller. Surface soil hardness, soil penetration and water infiltration values on cool-season grasses(KB, KB+PR, KB+TF+PR) was found to be better for soccer play compared to zoysiagrasses(ZA, ZZ). No big differences in surface soil hardness, soil penetration and water infiltration values were found between inside and outside of the model dome.

Wear damage on cool-season grasses caused by the traffic treatment was low compared to zoysiagrasses. However, there was no difference in wear damage by the traffic treatment within cool-season grasses while wear damage on ZA was higher than on ZZ within zoysiagrasses. It could be concluded that physical properties and wear characteristics on cool-season grasses were much better for soccer play than on zoysiagrasses.

*Key Words* : Soil Properties, Wear, Cool-season Turfgrass, Zoysiagrass

\* : 본 연구는 2002년 월드컵축구대회 조직위원회의 지원에 의하여 1998~2000년까지 수행된 결과임.

## I. 서론

경기장의 외형은 국제적 수준의 웅대한 규모와 형태미를 지니고 있다고 하더라도 정작 선수들이 경기를 하고 T.V카메라를 통해 비춰지는 잔디그라운드의 상태가 좋지 못하다면 그 경기장의 평가는 낮아질 수밖에 없다 (심상렬외 2인, 2000).

즉, 다양한 문양으로 깎여진 탄탄한 잔디의 피복 및 유지는 경기장의 미적가치 증진 및 선수들의 부상방지를 위하여 월드컵축구대회를 비롯한 중요국제대회의 개최에 무엇보다도 먼저 갖추어야할 조건인 것이다. 유럽 프로축구경기장의 잔디가 푸르고 잘 깎여져 관리된 것에 비하면 국내 기존 경기장들의 잔디는 거칠고, 벗겨지고 제대로 관리되지 못했을 뿐 아니라 우중에는 진흙탕이 되는 경우도 흔히 목격된다.

이러한 불량한 상태의 잔디그라운드로 2002년 월드컵축구를 원활하게 치를 수는 없으며, 따라서 현재까지 불모상태인 잔디그라운드의 시공 및 관리기술의 확보가 매우 시급한 실정이다. 월드컵경기장의 우수한 잔디그라운드를 건설하기 위해서는 우선 먼저 설계기준에 맞는 골재의 확보가 요구된다고 볼 수 있다. 잔디지반조성에 소요되는 골재는 미국골프협회(United States Golf Association) 및 영국스포츠잔디연구소(Sports Turf Research Institute)에서 제시하는 기준(Baker, 1990; Hummel and Norman, 1993; USGA GREEN SECTION STAFF, 1993; Adams and Gibbs, 1994; Evans, 1994; Thomas, 1997)에 부합된 규격의 것을 사용하는 것이 바람직한데, 이러한 기준의 골재규격을 사용한 잔디그라운드는 토양의 배수성과 보수성이 우수하여 그 위의 잔디가 양호하게 생육할 수 있기 때문이다. 뿐만 아니라 이러한 기준의 골재를 사용하여 시공한 잔디그라운드에서는 표면경도, 토심경도 및 투수속도가 일정한 수준에 도달하여(한국체육과학연구원, 1998; 2002년 월드컵축구대회 조직위원회, 2000) 선수들이 경기를 기량껏 펼칠 수 있는 상태가 될 수 있다.

이와 같이 표면경도, 토심경도, 투수속도 등 토양의 물리적 특성은 축구선수들의 경기력 뿐만 아니라 답압 후의 잔디손상도에도 큰 영향을 주는 중요한 인자라고 볼 수 있다(심상렬과 조동범, 1985).

본 연구는 2002년 인천월드컵경기장을 1/1,000로 축소한 모형돔 내·외부의 잔디그라운드를 실제 경기장과 같은 방식으로 조성한 후 5종류의 잔디를 식재하여 잔디그라운드에 적합한 초종별 토양의 물리성과 답압처리 후의 잔디 마모특성을 제시하고자 실험을 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 잔디시험포 조성 및 공시초종

#### 1) 잔디시험포의 조성

인천월드컵 경기장 모형돔을 1/1000축적으로 건설 (모형돔의 장축은 정북에서 5°동으로 치우쳐 있음)하고 모형돔의 내부와 외부에 잔디시험포를 설치하였다.

모형돔 내부의 잔디시험면적은 1개의 시험구가 2.5m×2.5m로서 총 15개 시험구의 93.75㎡이었으며, 외부의 잔디시험면적은 1개의 시험구가 4m×5m로서 총 15개 시험구의 300㎡이었다. 잔디시험포의 지반은 그림 1과 같이 다층구조지반(USGA지반)으로 조성하였다. 경기장 잔디그라운드의 식재층은 선수들이 경기하는 장소이면서 잔디가 생육을 하는 곳으로서 경기 중 발생되는 선수들의 답압에 대한 잔디의 피해를 최소화하기 위하여 잔디그라운드의 식재층은 주로 모래로 조성한다. 배수성이 우수한 모래의 식재층은 잔디의 성장을 위해 보수성도 동시에 지녀야 하는데 USGA지반은 경기장

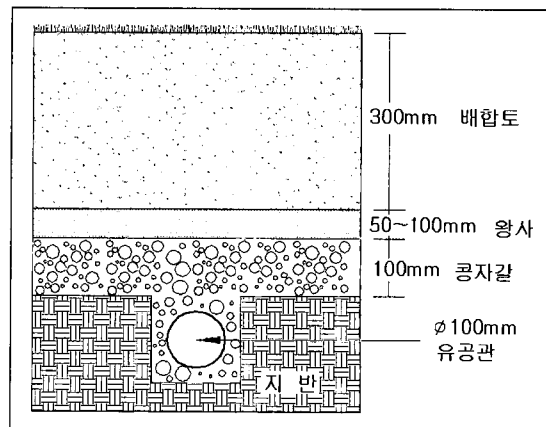


그림 1. 다층구조지반의 단면

잔디그라운드가 지녀야할 보수성과 배수성이 우수하여 미국과 유럽의 경기장 잔디그라운드 조성에 주로 이용하고 기반조성방법으로서 본 실험에도 적용하였다.

식재층의 배합도는 보습성과 유기물 함량을 높여 잔디의 생육을 좋게 하기 위하여 모래와 유기질 토양개량재를 부피비로 85:15로 혼합하여 포설하였다.

2) 공시초종 및 파종량

공시초종은 한지형잔디 3가지 유형과, 한국잔디 2가지 품종을 각각 3반복으로 처리하였다.

한지형잔디의 3가지 유형은 켄터키 블루그래스 단용구(이하 KB), 켄터키 블루그래스와 퍼레니얼 라이그래스의 80:20(종자수 기준) 혼용구(이하 KB+PR), 켄터키블루그래스, 툴웬스큐 및 페레니얼 라이그래스 3종의 50:35:15 혼용구(이하 KB+TF+ PR)였다. 본 실험에 공시된 한지형잔디의 3가지 유형은 켄터키 블루그래스, 퍼레니얼 라이그래스 및 툴웬스큐 3가지 한지형잔디의 단용 및 혼용으로 색상이, 밀도, 질감, 내병성, 조성속도 등을 고려하여 우리나라 기후여건에서 월드컵축구경기장 등 스포츠용으로의 적합성 여부를 가리고자 공시하였다.

한국잔디는 Zenith 단용구(이하 ZZ)와 안양중지 단용구(이하 ZA) 2초종 이었다. Zenith는 최근 국내에 도입된 한국잔디의 한 품종으로서 비교적 질감과 우수한 생육특성을 지녀, 안양중지는 국내에서 선발된 영양계 한국잔디로 밀도가 높고 조성속도가 빠른 특성을 지녀 각각 월드컵축구경기장에 적용이 가능한지를 분석하기 위하여 공시하였다.

시험포의 한지형 잔디는 1998년 10월 8일 모래에 파종한 멧장을 이용하였으며 한국잔디는 일반잔디포지에서 재배한 멧장을 물에 세척한 후 1999년 5월 6일에 각각 피복하였다. 초종별 파종량은 아래에서 보는 바와 같다.

(1) 켄터키 블루그래스 10g/m<sup>2</sup>(Midnight 5g/m<sup>2</sup> + Unique 2.5g/m<sup>2</sup> + Suffolk 2.5g/m<sup>2</sup>): 총 10g/m<sup>2</sup>

(2) 켄터키 블루그래스 10g/m<sup>2</sup>(Midnight 5g/m<sup>2</sup> + Unique 2.5g/m<sup>2</sup> + Suffolk 2.5g/m<sup>2</sup>) + 퍼레니얼 라이그래스 10g/m<sup>2</sup>(ManhattanⅢ 5g/m<sup>2</sup> + Brightstar 5g/m<sup>2</sup>): 총 20g/m<sup>2</sup>

(3) 켄터키 블루그래스 6g/m<sup>2</sup>(Midnight 3g/m<sup>2</sup> + Unique 1.5g/m<sup>2</sup> + Suffolk 1.5g/m<sup>2</sup>) + 툴 웬스큐 14g/m<sup>2</sup>(Rebel Jr. 14g/m<sup>2</sup>) + 퍼레니얼 라이그래스 4g/m<sup>2</sup>(ManhattanⅢ 2g/m<sup>2</sup> + Brightstar 2g/m<sup>2</sup>): 총 24g/m<sup>2</sup>

(4) 중엽형 들잔디 8g/m<sup>2</sup>: Zenith 8g/m<sup>2</sup>(총 8g/m<sup>2</sup>)

(5) 안양중지: 멧장번식

2. 초종별 토양특성

잔디시험포 조성에 사용된 식재층 모래, 중간층 모래 및 콩자갈의 규격은 표준망체를 이용하여 입도분석을 실시한 후 USGA와 STRI의 골재기준과 비교하였다. 인천월드컵경기장 모형돔의 내부와 외부 잔디시험포의 표면경도는 Yamanaka 표면경도계를 사용하여 측정하였고, 토심경도는 Lang penetrometer를 이용하였다. 표면경도와 토심경도는 모형돔 내·외부 초종별 5반복으로 측정하였다.

투수속도는 Sunbeam 투수속도 측정장치를 모형돔 내·외부 잔디시험포 식재층에 5cm깊이로 삽입하고 안에 설치되어 있는 높이 12.5cm, 폭 6.7cm의 투수관속에 물을 붓고 지시눈금이 8cm 내려갈 때까지의 시간을 측정하였다.

모형돔 내·외부의 초종별로 실시한 토양의 특성분석 결과는 SAS Ver 6.12(SAS Institute Inc., 1996)을 이용하여 ANOVA 및 최소유의차(LSD)분석을 하였다.

표 1. 잔디시험포의 식재층 모래의 입도분포

입경(Ø)mm	3.4이상	2-3.4	1-2	0.5-1.0	0.25-0.5	0.15-0.25	0.05-0.15	0.002-0.05	<0.002
USGA기준	-	10% 이하		60%이상	20%이하	10%이하			
						5% 이하	5% 이하	3% 이하	
잔디시험포 식재층 모래	4.2%	6.3%		71.7%	9.6%	6.9%	1.3%		-

### 3. 초종별 답압특성

잔디그라운드는 선수들이 경기를 진행함에 따라 많은 답압이 이루어지기 때문에 잔디 피해가 발생하기 마련이다. 본 실험에서는 답압처리 전·후의 잔디마모상태 및 토양특성을 각각 비교하고자 하였다.

답압은 답압용 Roller(무게 120kg, 축구화용 쇄봉 3.5cm간격 부착)를 이용하여 인천월드컵경기장 모형둠의 내부와 외부 잔디시험포에서 2000년 6월6일부터 7월4일까지 20회/일, 7월5일부터 7월21일까지는 40회/일의 답압을 각각 처리한 후 2000년 7월 21일 표면경도, 토심경도 및 투수속도를 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 잔디시험포 골재분석 결과

#### 1) 식재층 모래에 대한 분석 결과

인천 문학경기장의 잔디시험포 식재층(배합토)에 사용된 김포산 모래를 분석한 표 1의 결과와 같이 다층구조지반(USGA 지반)의 식재층 기준모래보다는 다소 굵은 모래이었다. 즉, D50(중간입자의 크기)가 0.43으로서 경기장용으로 선호되는 0.23~0.33을 벗어났으며, D90/D10(균일도)도 8.9로서 경기장용의 8이하를 다소 벗어나는 모래이었다. 따라서 잔디포 시공시에는 입경 3.4mm이상을 초과하는 것은 제거하여 사용하였다.

#### 2) 중간층 모래에 대한 분석 결과

인천 문학경기장 잔디시험포의 중간층에 사용될 모래의 입경 분포를 분석한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 잔디시험포 중간층 모래의 입도분포

입경(Ø)mm	4.0 이상	1.0 ~4.0	0.5 ~1.0	0.25~0.5	0.15 ~0.25	0.05 ~0.15	0.002 ~0.05	0.002 이하
USGA 기준	-	90% 이상						
잔디시험포 중간층 모래	6.8%	92.7%				0.5%		

중간층 모래는 1~4mm가 92.7%로 분석되어 다층구조지반(USGA지반)의 중간층 모래의 90%이상이어야 한다는 기준을 충족시키는 것으로 판명되었다(Baker, 1990; Hummel and Norman, 1993; USGA GREEN SECTION STAFF, 1993; Evans, 1994; Thomas, 1997; 2002년 월드컵축구대회 조직위원회, 2000).

#### 3) 콩자갈에 대한 분석 결과

인천 문학경기장 잔디시험포의 콩자갈의 입경 분포를 분석한 표 3의 결과와 같이 입경 6~9mm가 70.2%이고 입경 12mm이상인 것과 2mm이하인 것이 각각 0.6%와 0.3%로 나타나, 입경 6~9mm가 적어도 65%를 만족하여야 하며, 입경 12mm이상인 것과 2mm이하인 것이 각각 10%이내 이어야 한다는 다층구조지반(USGA지반)의 콩자갈 기준을 충족시키는 것으로 판명되었다(Hummel and Norman, 1993; USGA GREEN SECTION STAFF, 1993; Thomas, 1997).

표 3. 잔디시험포 콩자갈의 입도분포

입경(Ø)mm	≥12.7 (12)	12.7(12) ~9.52(10)	9.05(9) ~6.35(6)	5-4	4-2	2-1	1-0.5	≤0.5
USGA 기준	10%이하	-	65%이상	-	-		10%이하	
잔디시험포 콩자갈	0.6%	-	70.2%	-	-		0.3%	

### 2. 인천월드컵경기장 모형둠 내, 외부 잔디의 토양특성

#### 1) 표면경도 및 토심경도

인천월드컵경기장 모형둠의 내부와 외부 잔디시험포에서 Yamanaka 표면경도계와 Lang penetrometer를 이용하여 각각 표면경도와 토심경도를 측정된 결과는 그림 2~5에 나타난 바와 같다.

즉, 표면경도는 초종간에는 유의한 차이가 나타났으며(그림 2 참조), 모형둠 내, 외부사이에는 식재초기 멧장상태의 불균형으로(모형둠 내부의 멧장상태가 다소 불량하였음)인한 차이가 나타났으나 잔디가 활착하여 잔디의 밀도가 증가함에 따라 점차 차이가 줄어드는 것으로 나타났다(그림 3 참조). 초종간 표면경도의 차이가 뚜렷하게 나타난 것은 한지형잔디 KB, KB+PR 및

KB+TF+PR의 표면피복도가 한국잔디 ZA,와 ZA에 비해 컸었기 때문인 것으로 보인다. 즉, 한지형잔디 처리구인 KB, KB+PR, KB+TF+PR의 표면경도는 16~17mm를 나타내어 공원에서 잔디의 생육에 적합한 표면경도가 19.5~23mm이하라고 제시한 近藤三雄과 小澤知雄(1977)의 기준(토양과 이용수준이 경기장잔디와는 다른 공원잔디이기 때문에 표면경도가 다소 높은 수준일 것으로 판단됨)에는 미달하였으나 한국잔디인 Zenith와 안양증지의 11~13mm보다는 훨씬 큰 것으로 나타나 선수들이 경기하기에 바람직한 상태였음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 한지형 잔디인 KB+PR 혼파잔디와 한국형잔디인 증엽형 들잔디의 표면경도측정에서 KB+PR 혼파잔디의 표면경도가 증엽형 들잔디의 표면경도보다도 높았다고 보고한 심상렬의 2인(2000)의 실험과도 같은 결과였다. 스포츠용 잔디그라운드 등의 경우 토양 표면경도가 낮을수록 부상의 발생율과 체력소모가 커지므로 일정 이상의 표면경도가 유지되어야(심상렬의 2인, 2000) 할 것으로 판단된다. 본 연구에서 한국잔디의 표면경도 11~13mm는 조성초기였기 때문에 표면경도가 낮게 나타난 것으로 여겨지며, 잔디가 활착하여 점차 표면이 피복되면 토양표면경도는 더 증가하게 될 것으로 예상되기는 하나 매우 낮은 수준으로서 축구경기에 부적절한 상태였음을 알 수 있었다.

또한 낮은 표면경도에서는 답압피해가 훨씬 커서 한국잔디의 피해가 한지형잔디보다 클 것으로 예상되는데, 뒤에서 실시한 답압실험에서도 이러한 경향은 뚜렷히 나타남을 알 수 있었다.

본 실험에 사용된 Lang penetrometer를 이용하여 토심경도를 측정할 경우, 제조회사 사용기준에 따라 잔디 그라운드로 적합한 토심경도를 7.5~16.5(지시계의 눈금)로 제시하고 있다. 따라서 경기장용 잔디식재 지반층의 최적토심경도는 7.5와 16.5의 중간 값인 12(44kg/cm)를 기준으로 하는 것이 적합하다고 판단하여 이를 기준 적용하였다.

토심경도는 8회의 측정중 6회에서 초중간에 차이가 나타났으며 이중 한국잔디 ZZ가 가장 낮았으며(그림 4 참조), 모형돔 내, 외부사이에는 모형돔 내부가 더 낮은 경향을 보였다(그림 5 참조).

이와 같은 결과에서 한국잔디 ZZ의 토심경도가 가장

낮게 나타난 것은 ZZ의 활착력이 가장 낮았던 데 기인한 것으로 보이며, 모형돔 내부에서 토심경도가 더 낮았던 것은 지붕과 벽체로 인해 돔 내부의 증발산량이 외부보다 작아 내부에 토양수분이 더 풍부하였던 데 기인된 것으로 생각된다.

토심경도의 적정수준은 12전후이나 본 시험에서는 평균 7~8정도로 낮은 상태였음을 알 수 있었다. 이와 같이 토심경도가 낮게 나타난 것은 실험기간중 잔디 뿌리의 활착이 완전치 않았으며, 본 실험 식재층에 사용된 모래의 입경이 다소 컸고 지반공사시 다짐의 정도도 약하였기 때문인 것으로 판단된다. 이와 같이 토심경도가 낮게 되면, 투수속도 빠르고 보수성이 약하여 잔디의 생육에 불리한 영향을 미칠 수 있는 원인이 될 수 있다.

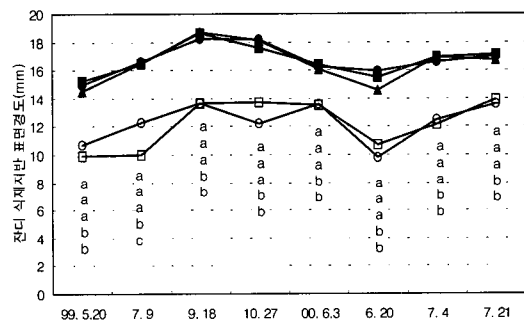


그림 2. 초중간 잔디식재지반 표면 경도(mm)  
 범례: ●: KB; ■: KB+PR; ▲: KB+TF+PR; □: ZZ; ⊕: ZA

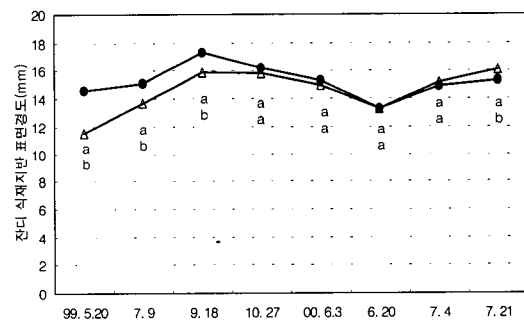


그림 3. 모형돔 내,외부의 잔디식재 지반 표면경도(mm)  
 범례: ▲: 내부; ●: 외부

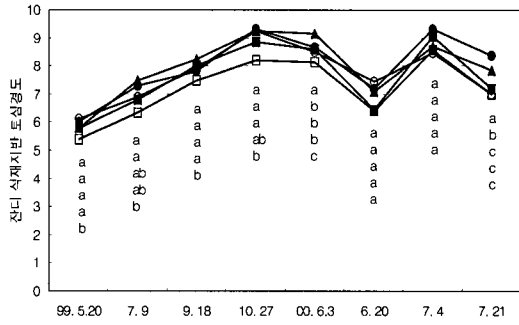


그림 4. 잔디식재지반의 초종간 토심 경도(1~20)  
 범례: ●: KB; ■: KB+PR; ▲: KB+TF+PR; ⊕: ZZ; ⊖: ZA

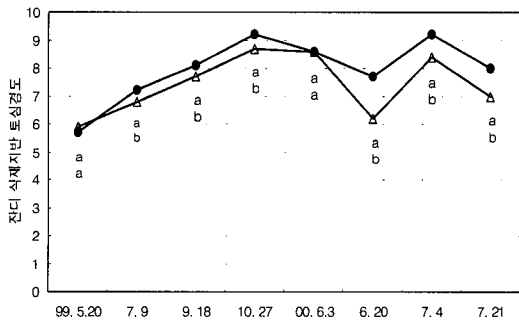


그림 5. 모형돌 내,외부의 잔디식재 지반 토심경도(1~20)  
 범례: ⊕: 내부; ●: 외부

2) 투수속도

인천월드컵경기장 모형돌의 내부와 외부 잔디시험포에서 투수측정기를 이용하여 투수속도를 측정된 결과는 그림 6과 그림 7에 나타난 바와 같다.

3차례의 측정결과에서 초종간 및 모형돌 내, 외부간의 투수속도가 측정시기에 따라 일관성 있게 나타나지 않았다. 다만 2000년 7월 21일 측정에서는 한국잔디가 한지형잔디에 비해 빠른 투수속도를 나타내었다. 이것은 뒤의 생육결과에서도 나타난 것과 같이 한국잔디의 지상부와 뿌리의 생장량이 한지형잔디에 비해 작아 투수에 영향을 주는 토양 비모관공극의 점유비율이 상대적으로 컸던데 기인된 것으로 보인다. 또한 다층구조지반(USGA 지반)의 투수속도의 기준이 15~60cm/hr에 비추어 본 실험의 투수속도 86.5~560cm/hr는 매우 빨라서 기준을 초과하는 상태임을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 토심경도에서도 언급된 바와 같이 시험포

의 식재층 조성시 입도가 다소 큰 모래를 사용한 것과 다짐의 강도를 다소 약하게 한 것이 보수성보다는 투수성이 우선된 지반특성을 나타낸 것으로 보인다. 따라서 향후 경기장 잔디그라운드 조성시 좀더 입경이 작은 모래의 사용이 권장된다.

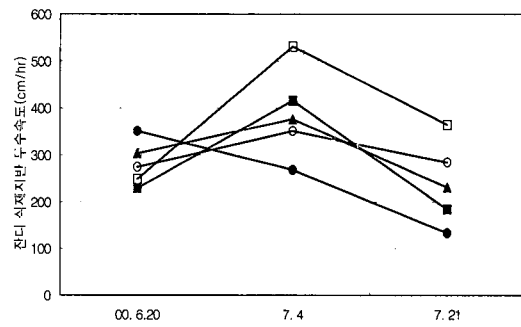


그림 6. 잔디식재지반의 초종간 투수 속도(cm/hr)  
 범례: ●: KB; ■: KB+PR; ▲: KB+TF+PR; ⊕: ZZ; ⊖: ZA

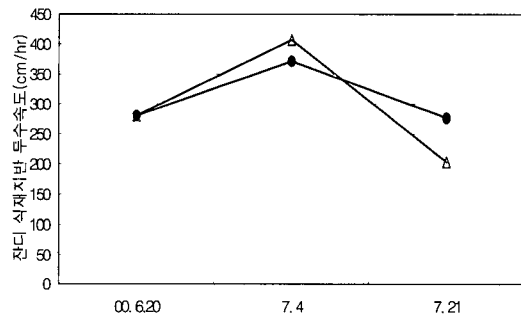


그림 7. 모형돌 내,외부 잔디식재지반의 투수속도(cm/hr)  
 범례: ⊕: 내부; ●: 외부

3. 답압처리에 따른 잔디손상 특성

1) 답압처리에 따른 토양특성

인천월드컵경기장 모형돌의 내부와 외부 잔디시험포에서 Roller(무게 120kg, 축구화용 쇠봉 3.5cm간격 부착)를 이용하여 2000년 6월6일부터 7월4일까지 20회/일, 7월5일부터 7월21일까지는 40회/일의 답압을 각각 처리한 후 2000년 7월 21일 표면경도, 토심경도 및 투수속도를 측정된 결과는 그림 8~10에 나타난 바와 같다.

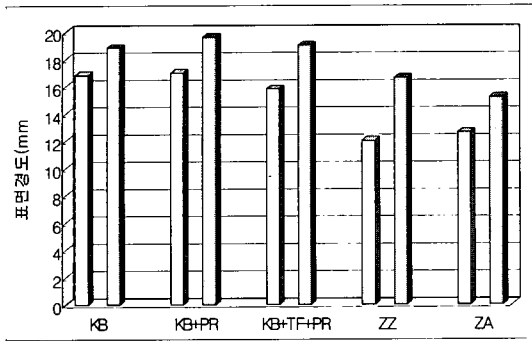


그림 8. 답압처리에 따른 표면경도  
 범례: □: 무답압처리구; ■: 답압처리구

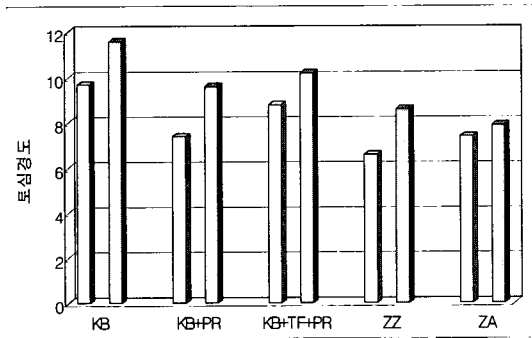


그림 9. 답압처리에 따른 토심경도  
 범례: □: 무답압처리구; ■: 답압처리구

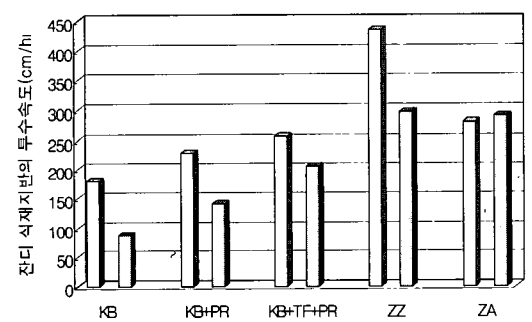


그림 10. 답압처리에 따른 투수속도  
 범례: □: 무답압처리구; ■: 답압처리구

답압처리에 따라 잔디의 표면경도 및 토심경도는 증가하였으나 투수속도는 감소하였다. 한지형잔디군의 표면경도와 토심경도는 답압에 의해 증가하여 적정치에 근접하는 경향을 나타냈으며, 한국잔디군의 표면경도와

토심경도는 답압에 의해 증가하고 투수속도는 감소하였으나 각각 적정수준을 벗어난 상태이었다. 한지형 잔디군에서는 KB가, 한국잔디에서는 Zenith가 답압처리에 따라 투수속도의 감소폭이 커서 Zenith의 경우는 답압처리 후 안양증지와 비슷한 투수속도를 나타냈다. 한지형잔디군에서는 KB, KB+PR, KB+TF+PR 순으로 투수속도가 느린 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 뿌리의 생장량과 연관이 있을 것으로 여겨진다.

2) 답압처리에 따른 잔디의 생육

인천월드컵경기장 모형둠의 내부와 외부 잔디시험포에서 Roller(무게 120kg, 축구화용 쇠봉 3.5cm간격 부착)를 이용하여 2000년 6월6일부터 7월4일까지 20회/일, 7월5일부터 7월21일까지는 40회/일의 답압을 각각 처리한 후 2000년 7월 21일 시각적 품질평가, 시각적 색상평가 및 답압마모피해를 측정된 결과는 그림 11과 그림 12에 나타난 바와 같다.

답압처리에 따라 잔디의 품질평가와 색상평가치는 감소하였으며 마모피해는 증가하였다. 특히 한지형잔디군에 비해서 한국잔디군에서 답압의 피해가 컸으며 한국잔디중에서는 안양증지에서 답압의 피해가 더 컸음을 알 수 있었다. 본 결과에는 나타나 있지 않으나 모형둠 내부와 외부간의 답압피해의 차이는 무시할 정도이었다. 이처럼 답압처리 후의 마모피해는 모형둠 내·외부보다는 초종간의 차이가 더욱 컸다.

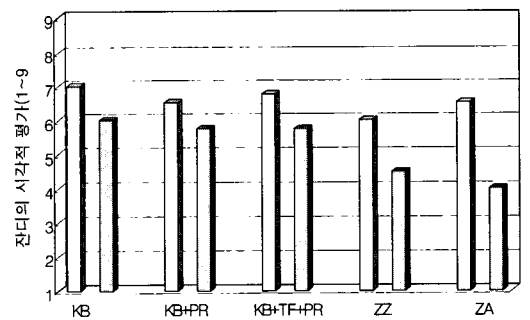


그림 11. 답압처리에 따른 잔디의 시각적 평가  
 범례: □: 무답압처리구; ■: 답압처리구

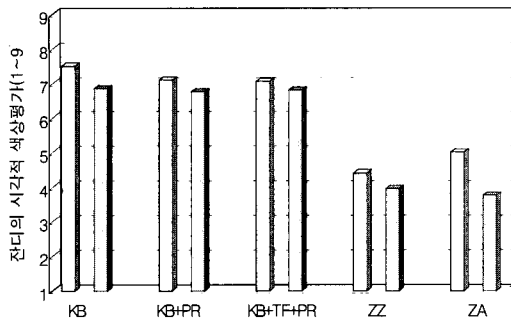


그림 12. 답압처리에 따른 잔디의 시각적 색상평가  
 범례: □: 무답압처리구; ▨: 답압처리구

그 원인으로는 한국잔디가 한지형잔디에 비해 밀도가 낮으며 매트 형성의 불완전성에 기인된 것으로 보이며 한국잔디 중에서는 안양중지는 Zenith보다 제1엽 전개지점까지의 줄기의 길이가 길어서 답압에 의한 피해가 더 컸던 것으로 생각된다.

#### IV. 결론

2002년 월드컵축구대회가 개최될 인천월드컵경기장 잔디그라운드 조성을 위해 1/1,000 모형틀을 건설하여 모형틀 내·외부의 토양특성 및 답압 후 잔디손상 정도에 대한 실험의 결과는 다음과 같다.

1. 한지형잔디 처리구인 KB, KB+PR, KB+TF+PR의 표면경도는 16~17mm를 나타내어 한국잔디인 Zenith와 안양중지의 11~13mm보다는 축구경기에 더 적합한 상태였음을 알 수 있었다.

2. 토심경도는 Zenith에서 가장 낮게 나타났으며, 잔디 평균은 7~8정도로 적정수준인 12보다는 낮은 상태였음을 알 수 있었다. 이것은 잔디 뿌리의 활착이 완전치 않았으며, 본 실험 식재층에 사용된 모래의 입경이 다소 컸고 지반공사시 다짐의 정도도 약하였기 때문인 것으로 판단된다.

3. 모형틀 내, 외부간의 투수속도가 측정시기에 따라 일관성 있게 나타나지 않으나 초종간에는 마지막 측정에서 한국잔디가 한지형잔디에 비해 빠른 투수속도를 나타내었다. 또한 다층구조지반(USGA 지반)의 투수속

도의 기준이 15~60cm/hr임에 비추어 본 실험의 투수속도 86.5~560cm/hr는 매우 빨라서 기준을 초과하는 상태임을 알 수 있었다.

4. 답압처리에 따라서도 한지형잔디가 한국잔디에 비해 피해를 덜 받는 것으로 나타났다. 한지형 잔디인 KB, KB+PR, KB+TF+PR간에는 큰 차이가 나타나지 않았으며 한국잔디군에서는 안양중지가 Zenith보다는 다소 우수한 평가를 받았으나 답압처리에 의한 피해는 안양중지가 더 큰 것으로 나타났다.

5. 잔디시험포의 표면경도, 토심경도 및 투수속도 등 토양특성은 초종별 및 답압처리에 따라 차이가 나타났다. 즉, 초종간에는 한지형잔디군의 토양특성이 한국잔디군에 비해 우수하게 나타났으며 답압처리에 따라서도 한지형잔디의 토양특성은 축구경기장의 적정토양기준에 근접하였다.

잔디의 초종을 한지형잔디그룹과 한국잔디그룹 등 몇 가지 조합으로 구성하여 잔디시험포를 모형틀 내부와 외부에 각각 조성하여, 토양특성 및 답압 후 잔디마모피해를 분석한 결과 한지형잔디그룹이 토양의 물리적 특성에서 우수하였으며, 답압 후의 잔디마모피해도 한국잔디에 비해 적은 것으로 나타나 향후 건설되는 축구경기장 조성에 적합한 토양특성을 갖추기 위해서는 한지형잔디그룹으로 조성하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

#### 인용문헌

1. 심상렬, 정대영, 김경남(2000) 스포츠그라운드에 적합한 식재지반과 잔디 초종에 관한 연구. 한국조경학회지 28(2): 61-70.
2. 심상렬, 조동범(1985) 축구경기장 잔디의 답압빈도분포에 관한 연구. 한국조경학회지 13(1): 123-130.
3. 2002년월드컵축구대회조직위원회(2000) 2002년 월드컵축구경기장 잔디그라운드 조성관리지침.
4. 한국체육과학연구원(1998) 잔디구장의 조성관리.
5. 近藤三雄, 小澤知雄(1977) 芝生地の収容力に關する基礎的研究 (I). 造園雜誌, Vol.40(3): 11-23.
6. Adams, W. A. and R. F. Gibbs(1994) Natural Turf for Sport and Amenity: Science and Practice. CAB INTERNATIONAL.
7. Baker, S. W.(1990) Sands for Sports Turf Construction and Maintenance. STRI.
8. Evans, R.D.C.(1994) Winter Games Pitches. STRI.
9. Hummel, Jr. and Norman W.(1993) Rationale for the Revisions of the USGA Green Construction Specifications.



- USGA Green Section RECORD March/April: 7-21.
10. Thomas James C.(1997) Grains of Truth: Selecting Sand for Greens and bunkers, Golf Course Management/July 1997: 49-53.
11. USGA GREEN SECTION STAFF(1993) USGA Recommendations for a Method of Putting Green Construction, USGA Green Section RECORD March/April: 1-3.

---

원고접수: 2002년 2월 20일

최종수정본 접수: 2002년 3월 20일

3인익명 심사필