

## 하천공사 대표공종의 작업조 구성 및 생산성 정보 개발

유덕열\* · 박형근\*\* · 임형민\*\*\*

Yoo, Duk-Yul\*, Park, Hyung-Keun\*\*, Lim, Hyeong-Min\*\*\*

# A Study on the Development of Work-Crew Based Daily-Productivity for Representative B.O.Q Item in River Conservation Project

### ABSTRACT

The standard of estimate is being used as basic material for appropriating construction expenses of public institutions and private institutions. The present thesis aims to propose a new form of a standard of estimate and a calculation method of work amount of equipment by targeting a representative construction type selected at river reservation work. The present thesis expects that the convenience of users can be expanded by improving applicability of a standard of estimate and simplifying a calculation process of work amount of equipment in a process planning stage so that the provision of work crew lineup information and daily productivity information is possible by a standard of estimate. In case of river conservation work, because the variables called work conditions act very largely, there exists much difficulty for generalizing productivity information and work amount of equipment, but if its accuracy could be enhanced by improving continuous productivity information and work amount information of equipment, the simplification of process planning establishment and cumulative process through a standard of estimate would be possible.

**Key words** : Daily Productivity Information, Work-Crew, Standard of Estimate, Daily Quantity, Representative B.O.Q

### 초 록

표준품셈은 공공기관 및 민간기관의 공사비를 책정하는 기본적인 자료로 이용되고 있다. 본 논문은 하천공사에서 선정된 대표공종을 대상으로 새로운 형식의 표준품셈 및 장비의 작업량 산출방식을 제안하고자 한다. 품셈에서 작업조 구성의 정보 및 1일 생산성 정보의 제공이 가능하도록 함으로써 공정계획 단계에서 품셈의 적용성을 향상시키고 장비의 작업량 산출과정을 간소화하여 사용자의 편의성을 증대할 수 있기를 기대한다. 하천공사의 경우 작업조건이라는 변수가 매우 크게 작용하기 때문에 생산성 정보 및 기계의 작업량을 일반화 하는 것은 많은 어려움이 존재하지만 지속적인 생산성 정보와 기계의 작업량 정보를 개선하여 정확도를 향상할 수 있다면 품셈을 통한 공정계획 수립 및 적산과정의 간소화가 가능할 것이다.

**검색어** : 일일 생산성 정보, 작업조, 표준품셈, 일일 작업량, 대표공종

\* 충북대학교 토목공학부 석사과정 (dduk7463@hanmail.net)

\*\* 정회원 · 교신저자 · 충북대학교 토목공학부 교수 (Corresponding Author · Chungbuk National University · parkhk@chungbuk.ac.kr)

\*\*\* 정회원 · 경북대학교 건설방재공학부 교수 (hmlim@knu.ac.kr)

Received January 22, 2013/ revised March 6, 2013/ accepted April 9, 2013

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

표준품셈은 공공기관 및 민간기관의 공사비를 책정하는 기본적인 자료로 이용되고 있다. 현재 표준품셈은 12장 [도로의 포장 및 유지] 부분에서 작업조와 1일 작업량을 제시하고 있다. 도로의 포장 및 유지부분을 제외한 부분은  $m^3$ ,  $m^2$ ,  $m$ , 본 등 단위물량에 따라 필요한 재원을 나타내고 있다. 이러한 구조는 하루에 생산 가능한 작업량 산출과정이 필요하기 때문에 공정계획 수립단계에서 효율적이지 못하다. 공정계획을 위해 필요한 정보는 1일 생산성 정보이며, 이때 작업에 필요한 장비, 자재, 인력에 대한 수량정보이다. 1일 작업에 소요되는 장비, 자재 인력을 그룹화 하여 ‘작업조’라고 한다.

표준품셈을 통해 장비의 작업량을 산출하는 과정은 각각 장비에 대한 작업량 산출 공식을 통해 이루어진다. 산출된 작업량을 이용하여 투입장비의 수량을 정하고 공사비를 결정한다. 이와 같이 장비별 작업량 공식을 통해 작업량을 산출하는 방법은 작업조건에 따라 결정되는 변수들을 대입하여 계산한다. 이와 같이 공식을 통해 장비의 작업량을 산출하는 방식은 장비의 규모나, 현장조사의 부정확성에 따른 토질의 변화, 작업여건의 난이도 등 많은 불확실성이 존재하는데 많은 조건들 중에 하나라도 변한다면 반복적인 계산 작업이 요구된다. 특히, 본 연구의 범위로 설정한 하천공사의 경우 물이 공사에 예측하기 어려운 영향을 미치기 때문에 육상에서 이루어지는 작업보다 많은 불확실성을 가지고 있다. 일본 표준보과의 경우 장비 작업량은 장비별, 규격별, 작업조건별로 작업량을 표를 통해 제시하고 있다. 기존에 수행되었던 100여건 이상의 사례를 통해 장비의 일반적 생산성 정보를 산정하여 제시한다. 따라서, 일본 표준보과의 경우 장비, 규격, 조건에 따라 별도의 계산과정 없이 표에서 장비의 1일 작업량정보를 얻을 수 있다.

본 연구의 목적은 하천공사의 공사일정을 수립하고, 장비투입계획을 세우는 과정에서 표준품셈의 적용성을 증대시키고자 작업조 및 1일 생산성 정보를 산출하고자 한다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 하천공사의 대표공종을 대상으로 진행하였으며, 대표 공종을 선정하는 과정은 총 2단계로 진행되었다. 1단계로 5건 81개 제방별 자료를 수집하여 진행하였다. 이중 하천복원사업이 70%, 생태하천조성사업이 22%, 하천개수사업이 8%를 차지하였으며, 수집된 자료들은 67%가 2007년 이후에 설계된 자료로 2007년 이후 자연형 하천공사가 활발히 진행되었음을 알 수 있다. 수집된 자료에서 빈도수가 높은 공종을 선정하고 공사비 비중이 큰 공종을 중심으로 구성하였다.

2단계는 하천공사 전문가와 면담을 통해 진행되었다. 1단계를

Table 1. Representative Classification of River Conservation Work

| Work Type                            | Activity  |
|--------------------------------------|---|
| Banking Embankment Work (Earth Work) | Banking and Cutting grading, Strip sod, Block sod, Coarse straw-mat mulching work,, Banking, Spoil Banking, Filling, Cut embankment, Compaction |
| Banking Protection Work              | Mat, Stone revetment, Riprap stone, Wire cylinder   |
| Structure Work                       | Bed Excavation, Back fill, Concrete, Form, Scaffolding, Support, Reinforcing bar work, Hume concrete pipe, Sheer pile                           |
| Appurtenant Work                     | Concrete break, Revetment pull down, Correr dam, Temprary road  |

통해 선정된 공종의 타당성 검토, 각 공종의 업무범위 정의, 공사비의 비중은 작지만 중요도가 높은 공종의 추가, 호안공의 분류기준 등에 대한 내용을 반영하였다. 그 결과 대공종은 축제공, 호안공, 구조물공, 부대공 4개로 구분하였으며, 축제공 10개, 호안공 4개, 구조물공 10개, 부대공 4개, 총 28개의 세부공종을 선정하였으며 세부공종과 대표공종을 같은 의미로 보았다. 2단계의 경우 금강지역 하천공사의 실무자로 총 6회의 면담을 진행하였으며, 각 공종의 특성 및 일반적 작업조건의 설정에 대한 내용을 포함하여 진행하였다.

Table 1의 대표공종을 대상으로 연구를 진행하였으며 작업조 구성 및 1일 생산성 정보에 대한 수치는 표준품셈과 하천설계실무요령을 바탕으로 산출하였다. 작업조건 설정은 현재 설계회사에 재직 중인 전문가와 2회 면담을 통해 하천설계 실무요령이 가장 일반적인 조건을 제시한다고 판단하여 하천공사 설계실무요령의 작업조건을 바탕으로 설정하였다.

장비의 작업량 산출과정의 간소화를 위한 연구는 하천공사 대표 공종에서 이용되는 장비를 범위로 정하였다. 일본의 표준보과와 같은 형식으로 기계의 작업량을 장비의 규격과 난이도를 표로 제시하였으며, 작업량 산출공식 및 작업조건은 표준품셈과 하천공사 설계실무요령을 통해 산출하였다. 장비의 작업량을 구하여 작업조에 포함시켜 구성하였으며, 동일한 장비의 경우 작업조건을 같고 가정하여 작업량을 산출하였다.

## 2. 본론

### 2.1 미국과 일본의 적산문헌조사

#### 2.1.1 미국의 Rs Means

미국 적산문헌인 RS Means의 경우 대표적인 작업조 구성 형식의 적산문헌이다. 미국 RS Means의 작업조 및 생산성 정보 구조는 다음과 같다.

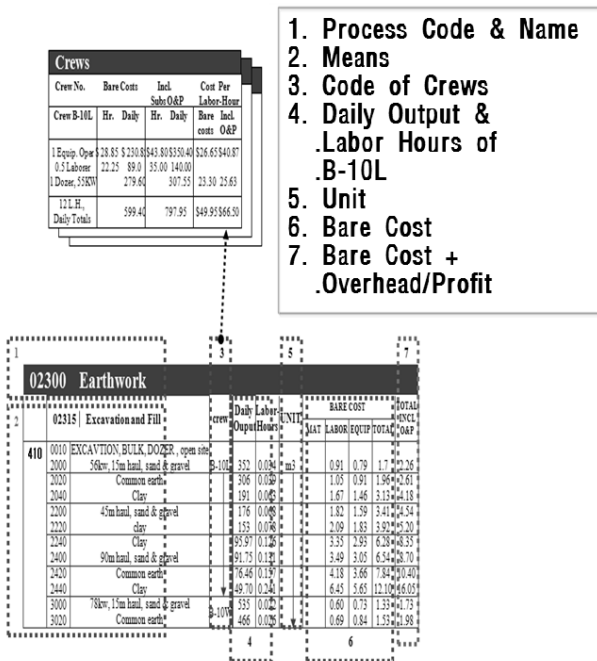


Fig. 1. Rs Means Structure in America

미국의 Rs Means를 활용하여 공사비를 산출하는 방법은 해당 공종의 코드를 찾아 작업조건에 맞는 작업조를 선택하는 방식이다. 해당 작업조에 는 1일 생산성 정보가 제시되기 때문에 총 작업량을 일일생산성으로 나눈 값을 해당 작업조의 단위비용을 곱하면 총 공사비를 산출할 수 있다.

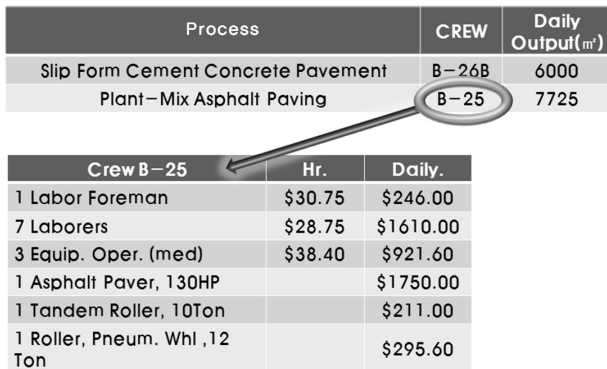


Fig. 2. Rs Means's Work Crew-Combination in America

미국의 RS Means는 같은 공종이라 하더라도 공사의 규모, 작업여건 등 여러 조건에 따라 작업조 구성이나 생산성에 대한 정보가 다양하기 때문에 현실적이라고 할 수 있다. 그러기 위해서는 실제 공사의 실측값을 바탕으로 지속적인 정보의 피드백 과정이 반드시 필요하다.

2.1.2 일본의 표준보래

일본의 대표 적산문헌인 표준보래는 과거 한국의 표준품셈을 구성하기 위한 기초자료로 사용되었기 때문에 유사한 부분이 많이 있다. 표준보래를 통한 적산과정을 살펴보면 다음 Table 2와 같다.

한국의 표준품셈과 일본의 표준보래의 가장 큰 차이점은 장비의 작업량 산출과정이다. 국내의 표준품셈에서는 장비에 따른 작업량

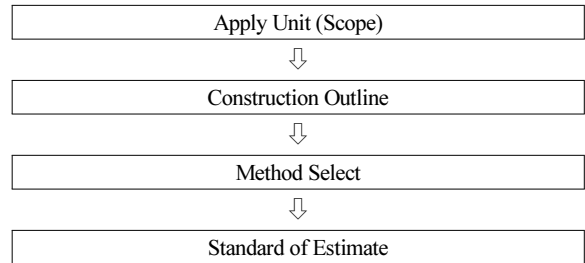


Fig. 3. Estimate Process of Japanese Standard Labor Counting

Table 2. Backhoe Workload of Japanese Standard Labor Counting

| Work type   | Standard   | Soil Type                                   | Unit           | Output      |         |
|-------------|--|---|----------------|-------------|---------|
|             |  |   |                | Non-Stinger | Stinger |
| Ground Soil | Banking 0.8m <sup>3</sup> (Stacking flat 0.6m <sup>3</sup> )   | Stony Sand, Sand, Sandy soil, Cohesive soil | m <sup>3</sup> | 300         | 190     |
|             |  | Rock block Tin                              | "              | 230         | 140     |
|             | Banking 1.4m <sup>3</sup> (Stacking flat 1.0m <sup>3</sup> )   | Stony Sand, Sand, Sandy soil, Cohesive soil | "              | 500         | 320     |
|             |  | Rock block Tin                              | "              | 410         | 260     |
| Lose Soil   | Banking 0.8m <sup>3</sup> (Stacking flat 0.6m <sup>3</sup> )   | Stony Sand, Sand, Sandy soil, Cohesive soil | "              | 310         |         |
|             |  | Rock block Tin                              | "              | 260         |         |
|             | Banking 1.4m <sup>3</sup> (Stacking flat 1.0m <sup>3</sup> )   | Stony Sand, Sand, Sandy soil, Cohesive soil | "              | 520         |         |
|             |  | Rock block Tin                              | "              | 440         |         |
|             | Banking 0.45m <sup>3</sup> (Stacking flat 0.35m <sup>3</sup> ) | Stony Sand, Sand, Sandy soil, Cohesive soil | "              | 160         |         |
|             |  | Rock block Tin                              | "              | 130         |         |
| Excava tion | Banking 0.8m <sup>3</sup> (Stacking flat 0.6m <sup>3</sup> )   | Stony Sand, Sand, Sandy soil, Cohesive soil | "              | 220         | 180     |
|             |  | Rock block Tin                              | "              | 160         | 130     |
|             | Banking 0.45m <sup>3</sup> (Stacking flat 0.35m <sup>3</sup> ) | Stony Sand, Sand, Sandy soil, Cohesive soil | "              | 150         | 100     |
|             |  | Rock block Tin                              | "              | 110         | 70      |

산정식을 통해 장비의 작업량을 예측할 수 있지만 일본 표준보과의 경우 장비의 작업량을 표를 통해 조건에 따라 제시하기 때문이다.

Table 2와 같이 표를 통해 장비의 작업량을 제시하는 방법은 한국의 표준품셈의 작업량 산출 공식을 통한 작업량 산출방법보다 훨씬 쉬운 과정을 통해 작업량을 산출 할 수 있다. 물론 일반적인 장비의 작업량을 산출하기 위해서는 많은 사례의 시공사례를 수집해야 하기 때문에 정보수집과 일반화 과정에서 많은 시간과 노력을 필요로 한다.

## 2.2 작업조 구성 및 장비 작업량 산출과정

### 2.2.1 작업조 구성

국내 표준품셈의 형식은 다음 Table 3과 같다. 10m<sup>2</sup>의 절토면을 고르기 위한 인력과 장비를 나타내고 있는데, 설계된 물량에 필요한 재원을 구하기 위한 구조로 볼 수 있다.

Table 3과 같은 기존 표준품셈 형식을 통해 사질토 60,000m<sup>2</sup>의 절토면 고르기 작업의 적산과정을 예시로 들면 다음과 같다.

- 1) 1일 투입에 가장 중요한 항목을 기준으로 계산한다.

즉, 사질토 보통인부: 60,000m<sup>2</sup>/10m<sup>2</sup> × 0.05인 = 300명

- 2) 투입 장비의 작업 시간을 산출한다.

즉, 백호: 60,000m<sup>2</sup>/10m<sup>2</sup> × 0.15대 = 900시간

- 3) 1일 8시간 기준으로 필요 장비 대수 산정

즉, 900시간 / 8시간 = 113대

기존의 표준품셈 형식은 단가산출을 위한 구조로 소요되는 재원에 단가를 곱하여 공사비를 산정할 수 있는 방법이다. 그러나 이러한 형식은 60,000m<sup>2</sup>의 절토면 고르기에 필요한 공기를 알 수 없다. 공정계획을 수립하는 과정에서는 다음 공정과의 연계성을 파악해야 하고 재원들의 투입시기를 예측해야 하기 때문에 공정관리 단계에서 적용하기 위한 정보가 충분하지 않다.

본 연구를 통해 구성하고자 하는 품셈형식은 기존의 품셈에서 제공해 주지 못한 1일 작업량에 대한 정보를 제시하고 소요되는 재원들을 정수로 제시하는 것이다. 1일 작업량을 바탕으로 전체 물량에 따른 공정계획 수립과정이 간소화 될 것이며, 소요 재원들의 분배계획에도 훨씬 유리한 형식이다. 필요 재원들을 정수로 표현하는 것은 일(日)단위로 공정을 수립하기 때문에 실제 작업에 투입되어야 하는 재원을 표현하기 위함이다. 축제공의 절토면 고르기의 공종의 경우 다음 Table 4와 같이 표현할 수 있다.

Table 4와 같이 작업조 및 생산성 중심으로 구성된 품셈의 형식을 통해 사질토 60,000m<sup>2</sup>의 절토면 고르기 작업의 적산과정을 예로 들면 다음과 같다.

- 1) 총 작업일수 = 60,000 / 533.33 = 112.5 일 (113일)

- 2) 소요재원

- 보통인부 : 3 x 113=339명

Table 3. Existing Standard of Estimate

| Soil Type                             | Cutting Ground Grading (Per 10m <sup>2</sup> ) |              |                      |              |
|---------------------------------------|--|--------------|----------------------|--------------|
|                                       | Division                                       |              |                      |              |
|                                       | Normal Laborer (Person)                        | Air Com (Hr) | Compact Breaker (Hr) | Backhoe (Hr) |
| Sand, Sandy Soil, Clay, Cohesive Soil | 0.05   | -            | -                    | 0.15         |
| Brittle storn, Screenings             | 0.08   | -            | -                    | 0.21         |
| Coagulating Soil with Cobble Stone    | 0.1  | -            | -                    | 0.24         |
| Weathered Rock                        | 0.19   | -            | -                    | 0.45         |
| Soft Rock                             | 0.46   | 1.25         | 2.45                 | -            |
| Normal Rock, Hard Rock                | 0.61   | 1.55         | 3.05                 | -            |

Table 4. Estimate of Work Crew-Combination

| Soil Type                             | Cutting Ground Grading (per Day) |              |                      |              |                          |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------------|----------------------|--------------|--------------------------|
|                                       | Division                         |              |                      |              | Output (m <sup>2</sup> ) |
|                                       | Normal Laborer (Person)          | Air Com (Hr) | Compact Breaker (Hr) | Backhoe (Hr) |                          |
| Sand, Sandy Soil, Clay, Cohesive Soil | 3                                | -            | -                    | 1            | 533.33                   |
| Brittle storn, Screenings             | 4                                | -            | -                    | 1            | 380.10                   |
| Coagulating Soil with Cobble Stone    | 4                                | -            | -                    | 1            | 333.33                   |
| Weathered Rock                        | 4                                | -            | -                    | 1            | 177.80                   |
| Soft Rock                             | 2                                | 2            | 1                    | -            | 32.7                     |
| Normal Rock, Hard Rock                | 2                                | 2            | 1                    | -            | 26.2                     |

- 백호 : 113대

- 3) 비용 : 소요 자원 × 단가

총 물량이 결정되었을 때 필요한 공기를 예측하기 쉽고, 소요 재원들을 한눈에 파악할 수 있기 때문에 공정계획 단계에서 적용시키기에 기존의 표준품셈보다 유리한 형식이라고 할 수 있다.

### 2.2.2 장비의 작업량 산출과정

표준품셈은 작업량 산정식을 통해 기계의 작업량을 산출하는 방식이다. 서블계 굴삭기의 작업량 산출과정을 살펴보면 기계의 규모, 작업효율, 체적환산계수, 사이클 타임 등 장비의 규격이나 작업 조건에 따른 변수를 대입해야 한다. 만약 이들 중 1가지 조건이라도 변한다면 작업량 산출과정을 반복해야 한다.

$$Q = \frac{3,600 \times q \times k \times f \times E}{C_m}$$

$Q$  = 시간당 작업량( $m^3/hr$ )  $f$  = 체적환산계수  
 $k$  = 디퍼 또는 퍼킷계수  $q$  = 디퍼 또는 버킷용량( $m^3$ )  
 $E$  = 작업효율  $C_m$  = 1회 사이클시간(초)

Eq. (1) Construction Capability Equation of Shovel-Typed Excavator

2009 건설공사 표준품셈의 경우 46종류 장비 작업량 산정식과 작업여건에 따른 변수를 제시하고 있으며, 작업 조건에 따른 조건변수를 함께 제시하고 있는 형식이다.

일본 표준보과와 비교했을 때 보다 확실한 작업량을 산출할 수 있을 것으로 기대되지만, 초기단계에서의 공사비 산출단계나 공사 계획을 수립하는 단계에서 개략적인 작업량을 필요로 하는 단계에서는 장비의 평균적인 작업량을 적용시키는 방법이 유리할 것이다.

Table 5. Work Crew-Combination in Earthworks and Productivity Information

| Work Type               | Division                              | Work Crew  | Work Rate / Day      |
|-------------------------|---------------------------------------|--|----------------------|
| Building Ground Grading | Clay or Cohesive Soil                 | Normal Laborer 1 Person  | 52.63m <sup>2</sup>  |
|                         | Sand or Sandy Soil                    | Sand or Sandy Soil   | 58.82m <sup>2</sup>  |
| Cutting Ground Grading  | Sand, Sandy Soil, Clay, Cohesive Soil | Normal Laborer 2.67 Persons 0.7m <sup>3</sup> Excavator 1  | 533.33m <sup>3</sup> |
|                         | Brittle storm, Screenings             | Normal Laborer 3.43 Persons 0.7m <sup>3</sup> Excavator 1  | 380.10m <sup>3</sup> |
|                         | Coagulating Soil with Cobble Stone,   | Normal Laborer 3.33 Persons 0.7m <sup>3</sup> Excavator 1  | 333.33m <sup>3</sup> |
|                         | Weathered Rock                        | Normal Laborer 3.38 Persons 0.7m <sup>3</sup> Excavator 1  | 177.80m <sup>3</sup> |
|                         | Soft Rock                             | Normal Laborer 1.50 Persons Compact Breaker 1m <sup>3</sup> /min 1<br>3.5m <sup>3</sup> /min Air Compressor 1.96 | 32.7m <sup>3</sup>   |
|                         | Normal Rock · Hard Rock               | Normal Laborer 1.60 Persons Compact Breaker 1m <sup>3</sup> /min 1<br>3.5m <sup>3</sup> /min Air Compressor 1.97 | 26.2m <sup>3</sup>   |
| Strip Sodding           |                                       | Normal Laborer 1 Person  | 22.22m <sup>2</sup>  |
| Block Sodding           |                                       | Normal Laborer 1 Person  | 16.67m <sup>2</sup>  |
| Straw Sodding           |                                       | Special Laborer 1 Person<br>Normal Laborer 1.53 Persons  | 666.67m <sup>2</sup> |
| Filling                 | Excavation                            | Dozer 32ton 1  | 775.2                |
|                         |                                       | Dozer 19ton 1  | 462.4                |
|                         | Banking                               | Backhoe 1.0m <sup>3</sup> 1  | 443.9                |
|                         |                                       | Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1  | 310.75               |
|                         |                                       | Backhoe 0.4m <sup>3</sup> 1  | 177.57               |
| Transportation          | (Omit)                                |  |                      |
| Spoil Banking           | Banking                               | Backhoe 1.0m <sup>3</sup> 1  | 443.9                |
|                         |                                       | Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1  | 310.75               |
|                         |                                       | Backhoe 0.4m <sup>3</sup> 1  | 177.57               |
|                         | Transportation                        | (Omit)   |                      |
| Soil Masonry            | Grading                               | Dozer 19ton  | 527.87               |
|                         | Laying                                | Dozer 19ton  | 19.98                |
|                         | Sprinkling Water                      | Sprinkler Truck 5,500L   | 699.19               |
| Cut embankment          | Excavation                            | Dozer 32ton 1  | 775.2                |
|                         |                                       | Dozer 19ton 1  | 462.4                |
|                         | Banking                               | Backhoe 1.0m <sup>3</sup> 1  | 443.9                |
|                         |                                       | Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1  | 310.75               |
|                         |                                       | Backhoe 0.4m <sup>3</sup> 1  | 177.57               |
| Transportation          | (Omit)                                |  |                      |
| Slope Compaction        |                                       | Hydraulic Vibrating Compactor 6~9ton Hydraulic Backhoe 0.7m <sup>3</sup>   | 624.60               |

Table 6. Work Crew-Combination in Revetments and Productivity Information

| Work Type               | Division                                     | Work Crew  | Work Rate / Day  |        |
|-------------------------|--|--|--|--------|
| Mat                     | Land Work                                    | Normal Laborer 1 Person Mat 366.67m <sup>2</sup> P.P Rope(9mm) 326.67m Sandbag 213.33 units Rebar(19mm) 63.33m             | 333.33   |        |
|                         | Underwater Work                              | Normal Laborer 2.5 Persons Special Laborer 1 Person Diver 0.5(crew)  | 500.00   |        |
| Cylinder                | Circle Cylinder                              | Height(cm)<br>45   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 2.13 Persons Cobble 3.63m <sup>3</sup>   | 12.5   |
|                         |  | 50   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 2.1 Persons Cobble 3.55m <sup>3</sup>  | 11.1   |
|                         |  | 55   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 2.2 Persons Cobble 3.6m <sup>3</sup>   | 10     |
|                         |  | 60   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 2.18 Persons Cobble 3.55m <sup>3</sup>   | 9.09   |
|                         | Semicircle Cylinder                          | 40   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 3.75 Persons Cobble 6.5m <sup>3</sup>  | 25     |
|                         |  | 45   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 4.5 Persons Cobble 7.5m <sup>3</sup>   | 25     |
|                         |  | 50   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 4.75 Persons Cobble 8.25m <sup>3</sup>   | 25     |
|                         |  | 60   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 4.4 Persons Cobble 7.6m <sup>3</sup>   | 20     |
|                         |  | 70   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 4.67 Persons Cobble 7.83m <sup>3</sup>   | 16.67  |
|                         |  | 80   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 4.72 Persons Cobble 7.86m <sup>3</sup>   | 14.29  |
|                         |  | 90   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 4.63 Persons Cobble 7.75m <sup>3</sup>   | 12.5   |
|                         |  | 100  | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 4.55 Persons Cobble 7.66m <sup>3</sup>   | 11.1   |
|                         | Oval Cylinder                                | 40   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 5.33 Persons Cobble 9m <sup>3</sup>  | 33.3   |
|                         |  | 45   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 5.99 Persons Cobble 9.99m <sup>3</sup>   | 33.3   |
|                         |  | 50   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 6.66 Persons Cobble 11.32m <sup>3</sup>  | 33.3   |
|                         |  | 60   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 6.25 Persons Cobble 10.25m <sup>3</sup>  | 25     |
|                         |  | 70   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 5.8 Persons Cobble 9.6   | 20     |
|                         |  | 80   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 5.5 Persons Cobble 8.00m <sup>3</sup>  | 16.67  |
|                         |  | 90   | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 5.29 Persons Cobble 8.86m <sup>3</sup>   | 14.29  |
|                         |  | 100  | Erection/Setup Normal Laborer 1 Person Stone Fill-in Normal Laborer 5.25 Persons Cobble 8.63m <sup>3</sup>   | 12.5   |
|                         | Semicircle Cylinder Equip Machine            | 40   | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 2.86 Persons Stone Fill-in Special Laborer 8.86 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.68 hr  | 142.86 |
|                         |  | 45   | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 2.86 Persons Stone Fill-in Special Laborer 10 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.77 hr    | 142.86 |
|                         |  | 50   | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 2.86 Persons Stone Fill-in Special Laborer 11.14 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.86 hr | 142.86 |
|                         |  | 60   | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 3 Persons Stone Fill-in Special Laborer 10.78 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.80 hr    | 111.11 |
|                         |  | 70   | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 2.75 Persons Stone Fill-in Special Laborer 11.08 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.70 hr | 83.33  |
|                         |  | 80   | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 2.86 Persons Stone Fill-in Special Laborer 9.14 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.69 hr  | 71.43  |
|                         |  | 90   | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 2.93 Persons Stone Fill-in Special Laborer 9 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.68 hr     | 62.5   |
|                         |  | 100  | Erection/Setup Special Laborer 1 Person Erection/Setup Normal Laborer 2.79 Persons Stone Fill-in Special Laborer 8.58 Persons Excavator 0.7m <sup>3</sup> 0.63 hr  | 52.63  |
| Revetment Block Masonry | Concrete Revetment Block (1,000*1,000*100mm) | Special Laborer 1.41 Persons Normal Laborer 2.82 Persons Crane 10ton 1 (8hr) Concrete Revetment Block 164.54m <sup>2</sup> | 156.70   |        |
| Riprap Masonry          | Riprap Masonry                               | Normal Laborer 1 Person Riprap 2.5m <sup>2</sup>   | 2.50   |        |

Table 7. Work Crew-Combination in Structures Process and Productivity Information (continued)

| Work Type                                | Division   | Work Crew  | Work Rate / Day |
|--|--|--|-----------------|
| Excavation                               |  | Backhoe 0.7m <sup>3</sup>  | 459.36          |
| Refilling                                |  | Backhoe 0.7m <sup>3</sup>  | 459.36          |
| Concrete Placing                         | Non-Rebar  | Concrete Worker 1 Person Normal Laborer 1.80 Persons   | 6.67            |
|  | Rebar  | Concrete Worker 1 Person Normal Laborer 1.71 Persons   | 5.88            |
|  | Compact  | Concrete Worker 1 Person Normal Laborer 1.75 Persons   | 4.17            |
| Concrete Boom Placing                    | Under 50m <sup>3</sup>   | Concrete Worker 6.94 Persons Normal Laborer 3.4 Persons Concrete Pump Car 1 (80m <sup>3</sup> /hr)   | 141.6           |
|  | 50m <sup>3</sup> ~ 100m <sup>3</sup>                             | Concrete Worker 10.43 Persons Normal Laborer 5.11 Persons Concrete Pump Car 1 (80m <sup>3</sup> /hr)   | 212.8           |
|  | More than 100m <sup>3</sup>                                      | Concrete Worker 12.5 Persons Normal Laborer 6.12 Persons Concrete Pump Car 1 (80m <sup>3</sup> /hr)  | 255.2           |
|  | More than 300m <sup>3</sup>                                      | Concrete Worker 15.8 Persons Normal Laborer 7.74 Persons Concrete Pump Car 1 (80m <sup>3</sup> /hr)  | 322.4           |
| Form                                     | Plywood Form   | Guide Bend Carpenter 1 Person Normal Laborer 0.83 Persons Plywood 3.43m <sup>2</sup> Rectangular lumber 0.13 m <sup>3</sup> Wire 0.97 kg Nail 0.67 kg Form Oil 0.63 L  | 3.33            |
|  | Design Form  | Guide Bend Carpenter 1 Person Normal Laborer 0.86 Persons Synthetic Resin Form 7.14m <sup>2</sup> Sub Materials 7.14 Form Tie 15.28 Separator 15.28 Form Oil 1.36 L  | 7.14            |
|  | Euro Form  | Guide Bend Carpenter 1 Person Normal Laborer 0.6 Persons Panel(600*1200mm) 0.56 sheet Inner Corner Panel(200*200*1200) 0.016 sheet Wedge Pin 14.95 units Flat Tie (L=200mm) 15.76 units High-strength Steel Pipe(D=48.6mm) 0.61m Hook Clamp 2.22 units Form Oil 0.98 L | 7.87            |
| Scaffolding                              |  | Scaffolder 1 Person Steel Pipe 39.9m Joint Hardware 5 units Tightening Hardware 20.8 units Bearing Support Hardware 0.4 units Hardware 0.4 units   | 10.00           |
| Timbering                                |  | Guide Bend Carpenter 1 Person Normal Laborer 0.7 Persons Inside Steel Timbering(∅=48.6*24) 5.43units Outside Steel Timbering(∅=60.52.3) 5.43units  | 14.28           |
| Rebar Manufacturing and Assembling       | Simple   | Steel Bander 1 Person Normal Laborer 0.56 Persons Binding Wire(0.9mm) 1.47m Deformed Bar 0.29ton*0.03  | 0.29            |
|  | Normal   | Steel Bander 1 Person Normal Laborer 0.58 Persons Binding Wire(0.9mm) 1.71m Deformed Bar 0.26ton*0.03  | 0.26            |
|  | Complex  | Steel Bander 1 Person Normal Laborer 0.57 Persons Binding Wire(0.9mm) 1.9m Deformed Bar 0.24ton*0.03   | 0.24            |
|  | Very Complex   | Steel Bander 1 Person Normal Laborer 0.57 Persons Binding Wire(0.9mm) 1.7m Deformed Bar 0.21ton*0.03   | 0.21            |
| Hume Pipe Join and Subsidiary Facilities | Hume Pipe Diameter   | Work Crew  | Work Rate / Day |
|  | ∅ 600  | Plumber 5.64 Persons Normal Laborer 16.46 Persons Crane 1  | 11.76           |
|  | ∅ 700  | Plumber 5.8 Persons Normal Laborer 19 Persons Crane 1  | 10              |
|  | ∅ 800  | Plumber 6.05 Persons Normal Laborer 20.09 Persons Crane 1  | 8.89            |
|  | ∅ 900  | Plumber 6.06 Persons Normal Laborer 21.6 Persons Crane 1   | 7.77            |
|  | ∅ 1000   | Plumber 6.26 Persons Normal Laborer 24.15 Persons Crane 1  | 6.96            |
|  | ∅ 1100   | Plumber 6.72 Persons Normal Laborer 26.56 Persons Crane 1  | 6.4             |
| Equip Flume Pipe                         | Standard (kg/unit)   | Work Crew  | Work Rate / Day |
|  | 50~150   | Special Laborer 0.86 Persons Normal Laborer 2.06 Persons Crane 1   | 57.14           |
|  | 150~300  | Special Laborer 1.12 Persons Normal Laborer 2.56 Persons Crane 1   | 53.33           |
|  | 300~500  | Special Laborer 1.41 Persons Normal Laborer 3.11 Persons Crane 1   | 47.06           |
|  | 500~700  | Special Laborer 2.11 Persons Normal Laborer 3.62 Persons Crane 1   | 42.11           |
|  | 700~900  | Special Laborer 1.91 Persons Normal Laborer 4.04 Persons Crane 1   | 38.10           |
|  | 900~1100   | Special Laborer 2.09 Persons Normal Laborer 4.38 Persons Crane 1   | 34.78           |
| 1100~1300                                | Special Laborer 2.24 Persons Normal Laborer 4.67 Persons Crane 1 | 32   |                 |

Table 7. Work Crew-Combination in Structures Process and Productivity Information

|                      | Soil Type            | Division      | Work Crew                             | Work Rate / Day                     |
|----------------------|----------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|                      | Sheet Pile<br>TYPE-1 | Cohesive Soil | Pile Driving                          | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw |
| Pull-out             |                      |               | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | 55.87                               |
| Sandy Soil           |                      | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | 23.73                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | 29.09                               |
| Cohesive Soil        |                      | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 24.24                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 38.97                               |
| Sandy Soil           |                      | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 24.92                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 45.39                               |
| Cohesive Soil        |                      | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 19.70                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 37.10                               |
| Sandy Soil           |                      | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 16.75                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 35.39                               |
| Cohesive Soil        |                      | Pile Driving  | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 47.27                               |
|                      |                      | Pull-out      | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 80.79                               |
| Sandy Soil           |                      | Pile Driving  | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 30.78                               |
|                      |                      | Pull-out      | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 61.12                               |
| Sheet Pile<br>TYPE-2 | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | 39.23                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | 50.06                               |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | 20.51                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | 25.18                               |
|                      | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 21.03                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 34.28                               |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 21.65                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 40.26                               |
|                      | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 16.84                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 32.32                               |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 14.25                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 30.77                               |
|                      | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 42.36                               |
|                      |                      | Pull-out      | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 72.39                               |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 26.91                               |
|                      |                      | Pull-out      | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 53.82                               |
| Sheet Pile<br>TYPE-3 | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | -                                   |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | -                                   |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | -                                   |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 30kw   | -                                   |
|                      | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 20.00                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 32.74                               |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 20.59                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 45kw   | 38.56                               |
|                      | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 16.15                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 31.14                               |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 13.66                               |
|                      |                      | Pull-out      | Electric Vibrating Pile Hammer 60kw   | 29.63                               |
|                      | Cohesive Soil        | Pile Driving  | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 40.89                               |
|                      |                      | Pull-out      | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 65.22                               |
|                      | Sandy Soil           | Pile Driving  | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 25.78                               |
|                      |                      | Pull-out      | Hydraulic Vibrating Pile Hammer 220ps | 49.09                               |



## 2.3 하천공사 대표공종의 작업조 품셈

### 2.3.1 축제공

축제공은 일반적으로 토공이라고 할 수 있다. 기본 토공사에 속하는 절토면 고르기, 성토면 고르기, 줄떼, 평떼, 거적떼, 순성토, 사토, 흙쌓기, 유용성토, 범면다짐을 축제공의 10개 세부공종으로 구성하였다. 토공의 경우 하천뿐 아니라 토목공사의 기본이 되는 공종이므로 하천공사 외에도 각종 토목공사에 적용이 가능할 것으로 기대된다.

운반의 경우 거리에 따라서 장비의 조합과 생산성이 결정된다. 따라서 운반거리가 결정된 상황에서 생산성을 산출해야 하기 때문에 위의 표에서는 생략하였다. 일본의 경우 백호1대, 덤프1대가 특정 거리를 운반하는데 걸리는 시간을 일(日)단위로 표현하였다. 품셈을 통해 백호1대와 덤프1대의 조합으로 작업량을 산출하였으나 전문가의 면담과정에서 장비의 조합과 거리를 가정하는 것은 무리라고 판단하여 제외시켰다.

### 2.3.2 호안공

호안공은 재료나 형식에 따라 매트는 14개, 돌팡태는 5개 종류로 구분하고 있다. 하지만 품셈의 사용성을 극대화 하기 위해 같은 형식으로 이루어지는 공사로 단순히 외형적 모양이나 재료에 의한 공종은 단일 공종으로 묶어 매트, 호안블럭쌓기, 사석쌓기, 돌팡태의 4가지로 구분하였다.

### 2.3.3 구조물공

구조물공은 터파기, 되메우기, 콘크리트타설, 거푸집, 비계, 동바리, 철근가공 및 조립, 흙관접합 및 부설, SHEET파일의 대표공종으로 구성되어 있다. 구조물공의 경우 하천공사를 따로 구분하는 것은 의미가 없는 것으로 판단되기 때문에 하천공사를 포함한 모든 토목공사에서 같은 품셈을 적용하는 것이 가능할 것으로 기대된다.

### 2.3.4 부대공

부대공 대표공종은 콘크리트 깨기, 호안블럭 헐기, 가물막이, 가도설치의 4가지로 대표공종을 선정하였다. 가도설치는 굴착, 적사, 운반, 흙쌓기, 범면보호의 토공작업들로 구성되어 있으며 공사용 가교의 경우 가교자재비, 복공판 설치, 철근가공조립, 고장력볼트조임, 강관아크전기용접, H-PILE 천공 후 항타, 토사천공, 풍화암천공, 염암천공의 조합으로 구성되어 있다. 또한 가물막이의 경우도 굴착, 적사, 운반, 흙쌓기, 범면보호의 토공작업들로 구성되어 있다. 결과적으로 토공사, 구조물공사의 세부공종들의 조합으로 구성된 대표공종으로 판단하여 콘크리트깨기와 호안블럭헐기 두가지 공종에 대해서만 작업조 구성과 생산성 조사를 하였다.

## 3. 결론

하천공사의 경우 물이 공사에 미치는 불확실성은 공사계획수립에 큰 어려움을 발생시킨다. 하지만 경험적 정보를 바탕으로 작업의

Table 8. Work Crew-Combination in Subsidiary Work and Productivity Information

| Work Type                                | Division         |                      | Work Crew   | Work Rate / Day           |
|--|------------------|----------------------|---|---------------------------|
| Breaking Concrete of Non-rebar Structure | Under T=30cm     | Break                | Chipping Worker 2 Persons Normal Laborer 1 Person Heavy Breaker 1 Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1 Chisel Consumption 0.7m <sup>3</sup> 0.08 | 26.4 ~ 47.2m <sup>3</sup> |
|  |                  | Remove               | Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1   |                           |
|  | More than T=30cm | Break                | Chipping Worker 2 Persons Normal Laborer 1 Person Heavy Breaker 1 Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1 Chisel Consumption 0.7m <sup>3</sup> 0.08 | 20.8 ~ 36.8m <sup>3</sup> |
|  |                  | Remove               | Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1   |                           |
| Breaking Concrete of Rebar Structure     | Under T=30cm     | Remove               | Chipping Worker 5 Persons Normal Laborer 1 Person Heavy Breaker 1 Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1 Chisel Consumption 0.7m <sup>3</sup> 0.08 | 12.8 ~ 26.4m <sup>3</sup> |
|  |                  | Rebar Cutting        | Welding Worker 1 Person Acetylene 1.84kg Oxygen 5,440kg   |                           |
|  |                  | Remove               | Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1   |                           |
|  |                  | Deduction Scrap Iron | 50kg/m <sup>3</sup>   |                           |
|  | More than T=30cm | Remove               | Chipping Worker 5 Persons Normal Laborer 1 Person Heavy Breaker 1 Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1 Chisel Consumption 0.7m <sup>3</sup> 0.08 | 11.2 ~ 21.6m <sup>3</sup> |
|  |                  | Rebar Cutting        | Welding Worker 1 Person Acetylene 1.84kg Oxygen 5,440kg   |                           |
|  |                  | Remove               | Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1   |                           |
|  |                  | Deduction Scrap Iron | 50kg/m <sup>3</sup>   |                           |
| Break Down Revetment Block               |                  |                      | Special Laborer 1 Person Normal Laborer 2 Persons Backhoe 0.7m <sup>3</sup> 1   | 160.55m <sup>3</sup>      |

생산성 정보를 산출할 수 있을 것이라는 전제로 연구를 시작하였다. 일본의 표준보과, 미국의 RS Means를 통해 외국의 적산과정을 살펴보았으나 공종의 범위에 차이가 있고 작업형태, 국가별 자연환경적 요인 등 차이점이 있었다. 또한 일본의 경우 장비의 작업량에 미치는 요인을 장애 있음/없음 정도로만 구분하기 때문에 토량환산 계수, 작업효율, 버킷계수, 사이클 타임 등 국내 조건과 비교하는데 한계가 있었으며, 미국의 경우 장비의 규격이 국내와 상이하어 국가별 생산성 비교는 제외시켰다.

본 연구는 한국의 대표 적산문헌인 표준품셈을 기초로 진행되었다. 연구결과로 산출된 작업조 및 생산성 정보는 모두 표준품셈과 하천공사 설계실무요령에서 제시하고 있는 값을 기초로 한 것이다. 따라서 본 연구의 작업량과 실제 공사에서 적용되는 작업량에 차이가 있다면 품셈의 개정이 시급하다고 할 수 있다. 일본의 표준보과의 경우 장비의 작업량 선정에는 100개 이상의 실제 공사사례를 바탕으로 하고 있다. 따라서 본 연구를 통해 산출된 작업조 및 생산성 정보 역시 지속적인 공사 사례 분석을 통한 수장보완연구가 필요하다.

### 감사의 글

이 논문은 2012년 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

### References

- Ahn, J. S., Lee, J. H., Kim, Y. S., Tae, Y. H. and Lim, H. S. (2009). "A study on the improvement of revision process and depreciation method of the construction standard estimating system." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 25, No. 8, pp. 195-204 (in Korean).
- Chou, J. S. (Rayson) (2005). *Item - Level quantity - Based preliminary cost estimating system for highway earthwork, land scape, subgrade treatments base, surface courses*, Pavement And Traffic Control (in Korean).
- Ha, G. J., Choi, M. K., Yi, D. R., Ha, M. S., Ha, J. H. and Kim, J. H. (2007). "A study on the work crew combination for rational cost estimation of construction -Focused on the cement watertight construction of public housing-." *Structural System of Conference paper of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 29, No. 1, pp. 661-664 (in Korean).
- Jung, D. K., Tae, Y. H., Ahn, B. R. and Cho, Y. H. (2009). "A study on the standard of cost estimation in the construction of pavement and maintenance." *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, Vol. 11, No. 1, pp. 85-94 (in Korean).
- KICT (2009). *Construction standard quantity* (in Korean).
- Kwon, S. C., Kyung, K. S., Kim, K. J. and Park, H. Y. (2007). "Evaluation of economical efficiency of standard quantity per unit by change of resource quantity per unit." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 27, No. 4D, pp. 517-524 (in Korean).
- Park, H. S., Han, Y. L., Huh, Y. A. and Ahn, B. R. (2008). "Estimation of construction equipment production rates: Focus on efficiency rate." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 28, No. 1D, pp. 67-72 (in Korean).
- Rs, M. (2006). Heavy construction cost data (20th Annual Edition).