

# 펌프工法에 의한 콘크리트의 施工

崔 在 眞

(檀國大 土木工學科 講師 · 工學博士)

## 1. 序 言

建設工事의 大型化와 多樣化에 따라 효율적인 공사를 위한 각종 建設裝備의 現代化가 점차 확대되고 있다. 그 대표적인 예로서 콘크리트 펌프의 사용을 들 수 있다.

콘크리트 펌프는 1913년 미국의 Cornell Kee 씨에 의해 고안된 것으로 전해지고 있다. 그후 1928년 독일에서 처음으로 實用化가 이루어졌으며 미국에서는 1932년 REX社가 개발에 성공하게 되었다.<sup>(1)</sup> 그러나 당시의 콘크리트 펌프는 定置式이었고 후에 트럭에의 펌프搭載가 실현되어 그 機動性이 인정되면서 급속히 보급되게 되었다.

우리나라에서는 초기에 콘크리트 펌프 또는 펌프를 搭載한 펌프차를 외국으로부터 수입해 사용하여 오다가 1979년부터 삼성중공업이 펌프차를 제작하기 시작하였고 또한 1984년 이후 대우자동차, 현대자동차가 생산에 참여함에 따라 국내 콘크리트 펌프차 산업의 活性化가 이루어지기 시작하였다.

펌프차를 이용하면 여러가지 잇점이 있기 때문에 국내의 대형공사현장은 물론 소규모의 공사현장에서도 그 사용이 급증하고 있다. 그러나 우리의 실정으로 보면 기본적인 연구가 이루어지지 않은 상태에서 콘크리트 펌프가 도입, 보급됨으로써 콘크리트 壓送時 閉塞事故가 발생하며 硬化한 콘크리트의 品質에도 적지 않은

問題點이 있는 것으로 보인다. 따라서 콘크리트 펌프로 壓送하는 콘크리트는 材料의 선택, 配合設計 및 施工의 측면에서 새로운 검토가 필요하다.

本稿에서는 콘크리트 펌프의 國內現況을 기술하고 관계자료의 내용을 인용하여 펌프 콘크리트의 品質管理事項과 施工時 고려해야할 사항에 대하여 검토, 정리하고자 한다.

## 2. 콘크리트 펌프의 種類와 國內現況

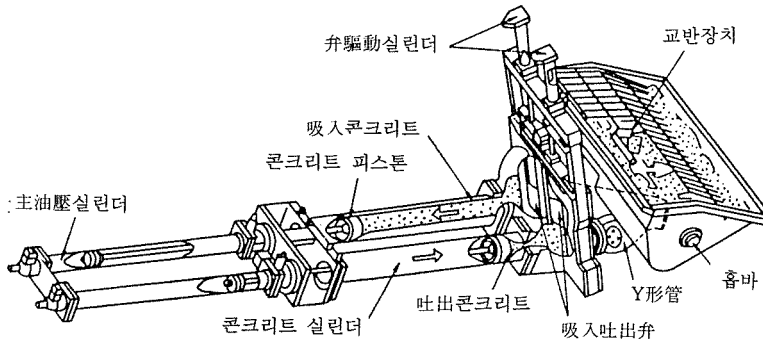
### 2-1 콘크리트 펌프의 種類

콘크리트 펌프는 架裝方式에 따라 定置式과 트럭 搭載式(콘크리트 펌프차)으로 구분된다.

定置式 콘크리트 펌프는 한 현장에서 장시간 사용하는 경우에 적합하다. 또 長距離壓送 및 높은곳 壓送의 中繼用으로도 사용된다.

이에 반해 콘크리트 펌프차는 機動性이 좋고 현장 사이의 이동이 용이하다. 콘크리트 펌프차는 붐(boom)이 있는 것과 없는 것이 있는데 현재 사용하고 있는 것은 대부분 붐이 있는 것이다.

붐이 없는 펌프차는 현장에서 配管을 접속시켜 사용하며 長距離壓送, 높은곳 壓送用 또는 吐出量 100m<sup>3</sup>/h 정도의 대형이 있다. 붐이 장



(그림-1) 油壓式 피스톤 펌프의 構造

치된 펌프차는 地上配管作業의 省力化 또는 輸送管 진동에 의한 거푸집과 철근의 교란방지, 현장에서 치기장소를 쉽게 바꿀 수 있는 등 취급 및 경제적인 면에서 큰 장점이 있다.

한편 콘크리트 펌프를 壓送方法에 따라 분류하면 機械式 피스톤 펌프, 水壓式 또는 油壓式의 液壓式의 피스톤 펌프 및 壓着式 펌프(squeeze type pump) 등이 있다.

현재 대부분의 콘크리트 펌프는 油壓式이며 콘크리트 실린더는 複列式이 주류를 이루고 있다. 또한 油壓式 콘크리트 펌프는 大容量吐出量, 高吐出壓力을 얻는데 적합하다.

構造例를 (그림-1)에 나타낸다.

## 2-2 콘크리트 펌프의 國內現況

콘크리트 펌프차는 삼성중공업, 현대자동차, 대우자동차 및 기아산업에서 생산되고 있다. 현재 삼성중공업은 部品 國產化率 약 80% 정도로 생산하고 있으며 기타 회사에서는 외국에서 部品를 수입하여 組立 生産하고 있다.

(표-1)에는 년도별 우리나라의 펌프차 生産 實績을 나타냈다.

현재 우리나라에는 定置式 펌프와 펌프차를 합하면 약 550대 정도가 있는 것으로 推算되며 국내에서 펌프차의 생산을 개시하기 이전에 수입된 펌프차는 27대 정도가 되는 것으로 알려

(표-1) 國內의 콘크리트 펌프차 生産實績

연도	회사	삼성중공업	대우자동차	현대자동차	기아산업	계
1979		3				3
1980		7				7
1981		13				13
1982		9				9
1983		25	1	1		27
1984		14	29	17		60
1985		13	25	24	4	66
1986		25	19	20	3	67
1987		25	15	6	-	46
계		134	89	68	7	298

(표-2) 콘크리트 펌프차의 성능 및 諸元

項 目	各 社	大 型			中 型		
		三 星	現 代	大 宇	三 星	現 代	大 宇
MODEL		SPF-100BL	BPL 801	BRF 1408 /M28	SPF-80B	BPL 601	BRF 1408 /M24
技 術 提 携 先		IHI	SCHWING	PUTZMEISTER	IHI	SCHWING	PUTZMEISTER
最大吐出量(m <sup>3</sup> /hr)		100	82	80	80	66	80
水平最大壓送距離(m)		680	300	235	410	400	260
垂直最大壓送距離(m)		150	80	115	80	100	120
輸送最大骨材크기(mm)		40	50	40	40	50	40
輸送可能 SLUMP(cm)		5-23	3.5-25	3.5-25	5-23	3.5-25	3.5-25
驅 動 方 式		6×4	←	←	4×2	←	←
原動機	型 式	D2156MT	D8AV	D2156MT	D2156HM	D0846HM	←
	最高出力(HP/RPM)	281/2200	290/2200	281/2200	236/2200	187/2500	←
펌 프	실린더 型式	油壓복동식	←	←	←	←	←
	실린더내경×행정(mm)	205×1400	200×1400	230×1400	195×1400	180×1400	230×1400
	理論吐出壓力(kg/cm <sup>2</sup> )	60	57	54	38	70	54
車輛 總 重量(ton)		20.7	19.2	19.2	15.4	15.4	15.1
最小 回轉 半徑(m)		8.8	8.3	8.6	8.8	7.7	8.7
全 長 (mm)		11,335	11,180	11,000	9,400	9,600	10,110
全 幅 (mm)		2,450	2,480	2,495	2,480	2,475	2,490
全 高 (mm)		3,520	3,850	3,900	3,230	3,650	3,800
Boom 型 式	型 式	3단굴절식	←	←	←	←	←
	最大垂直距離	27.2	28	28	20.7	21	24
	輸送管 直徑	125A	←	←	←	←	←
흡 바 容 量(m <sup>3</sup> )		0.45	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4
물탱크 容量(ℓ)		400	700	700	500	700	700

지고 있다. 그리고 표를 보면 1984년도 이후부터 펌프차의 생산량이 증가되어 매년 50~70대 정도가 생산되고 있음을 알 수 있다.

(표-2)는 국내 3개 회사에서 생산되는 펌프차의 성능과 諸元을 비교하여 나타낸 것이다. 다만 이 자료는 S회사에서 各社의 카타로그를 참조해 작성한 것임을 밝혀둔다.

### 3. 施工計劃

펌프에 의한 콘크리트의 시공에 선행하여 配

管計劃, 콘크리트 펌프의 선정 및 壓送條件의 검토는 다음의 요령으로 하는 것이 좋다.

#### 1) 配管計劃

① 配管計劃은 輸送管의 연장길이가 최소로 되도록 하며 曲管과 고무호스(flexible hose)의 사용이 최소가 되도록 해야 한다.

② 輸送管 지름의 최소치는 보통콘크리트의 경우 100mm, 輕量콘크리트의 경우 125mm로 한다. 또 굵은골재 최대치수의 3배 이상이 되어야 한다.<sup>2)</sup>

③ 曲管은 반지름 1m 이상으로 하고 구부림

각도는 90° 이상이 되도록 한다. 吐出口의 고무 호스는 5m 이하인 것을 하나 사용한다.<sup>(2)</sup>

2) 콘크리트 펌프의機種과臺數의選定

① 콘크리트 펌프의機種 및臺數는配管計劃, 壓送距離, 1日打設量, 단위시간당의所要運搬量, 콘크리트 펌프의能力 및 콘크리트配合에 기준하여 정한다.

② 最大水平輸送距離가 水平換算距離를 초과하는 펌프機種을 선정한다.

③ 펌프차의臺數는 사용하는機種의最大吐出量の 70%가 실제의吐出能力인 것으로 보고 1회의 콘크리트 打設量에 따라 정하면 좋다.<sup>(2)</sup>

④ 펌프차의 흡바에는 스크린을 설치하여 치수가 큰 골재의 혼입을 막는다.

3) 壓送條件의 檢討

일반적으로 壓送可能與否를 壓送負荷의 계산에 의해 검토하는 경우 간편한 방법으로서 水平換算距離에 의한 방법이 있다. 그리고 상세히 검토하고자 하는 경우에는 管内壓送壓에 의한 방법이 좋다.

(1) 水平換算距離

콘크리트 펌프의機種을 輸送管의 水平換算距離에 의해 선정하는 경우 最大水平輸送可能

距離가 配管全體의 水平換算距離를 상회하는 것이어야 한다.

配管의 水平換算距離는 垂直管, taper管, 曲管 및 고무호스에 대하여 (표-3)<sup>(3-5)</sup>에 나타난 水平換算長으로부터 각각 水平換算距離를 구하고 여기에 水平管의 길이를 합하여 구한다.

(2) 吐出壓力

콘크리트 펌프의 輸送可能距離는 기본적으로 펌프 吐出口에서의 吐出壓力에 의해 좌우되며 이 壓力이 클수록 輸送可能距離는 증대된다.

콘크리트 펌프의機種을 콘크리트 펌프에 걸리는 壓送負荷를 기준하여 선정하는 경우 콘크리트의 슬럼프, 輸送管의 지름 및 단위시간당의所要吐出量에 따른 輸送管 1m당의 壓力損失로부터 식 (1)에 의해 配管全體의 壓送負荷를 선정한다. 그리고 이 값을 상회하는 最大吐出壓을 가지는機種을 선정한다.

$$P = KL + \frac{1}{10}WH + 3KM + 2KN + 2KT \dots\dots\dots (1)$$

여기서, P : 콘크리트 펌프에 가해지는 壓送負荷(kg/cm<sup>2</sup>)

K : 水平管 1m당의 管内壓力損失(kg/cm<sup>2</sup>/m)

L : 配管의 실제길이(m)

W : 굵지 않은 콘크리트의 單位容積重量(kg/m<sup>3</sup>)

(표-3) 各種 輸送管의 水平換算長

항 목	단 위	호칭치수 mm(inch)	水 平 換 算 長 (m)	
			보통콘크리트	人工輕量콘크리트
上 向 垂 直 管	1m당	100A(4B)	3 (3)	4 (-)
		125A(5B)	4 (4)	5 (3)
		150A(6B)	5 (5)	6 (3)
taper 管	1개당	175A→150A	4	4
		150A→125A	8 (3)	10 (3)
		125A→100A	16	20
曲 管	반지름 0.5m	90 도	6 (6)	12
	1.0m			9 (6)
고 무 호 스	5 ~ 8 m	하나	20 (20)	30 (20)

주) 水平換算長은 日本建築學會의 案이며 ( )안의 값은 日本土木學會의 案이다.

(표-4) 보통콘크리트의 管内壓力損失  $k(\text{kg}/\text{cm}^2)$

슬림프 (cm)	管徑 (mm)	壓送量 ( $\text{m}^3/\text{hr}$ )				
		20	30	40	50	60
8	100	0.18	0.21	0.24	0.28	0.32
	125	0.11	0.12	0.13	0.15	0.17
12	100	0.15	0.18	0.21	0.25	0.28
	125	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
15	100	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24
	125	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
18	100	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20
	125	0.07	0.08	0.09	0.13	0.11
21	100	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16
	125	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09

H : 壓送높이(m)

M : 曲管의 길이로서 曲管 하나를 1m로 간주

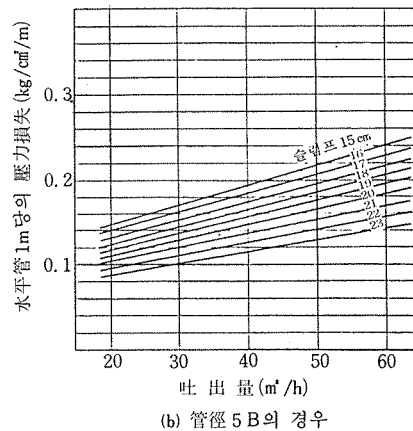
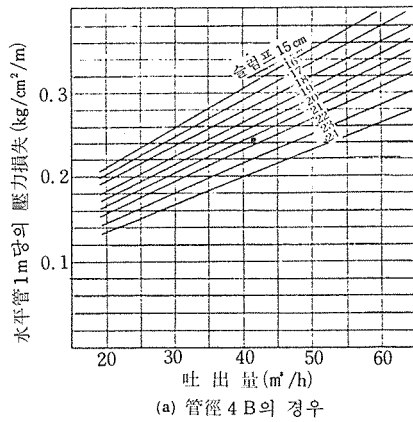
N : 고무호스의 길이(m)

T : taper管의 길이(m)

水平管 1m당의 管内壓力損失 K는 신뢰할 수 있는 자료에 의해 구하여야 한다. 보통콘크리트의 管内壓力損失 K를 실측한 예를 (표-4)<sup>(6)</sup>에 나타냈다.

경량콘크리트를 사용할 때 水平管 1m당의 壓力損失에 대해서는 몇개의 보고가 있다. (그림-2)<sup>(6)</sup>는 이들 데이터를 기초하여 작성한 것이다.

식 (1)에 의해 구한 壓送負荷와 비교할 콘크리트 最大吐出壓은 機種마다 다르고 정확한 값이 발표되지 않은 경우가 많으나 대체로 피스톤식 콘크리트 펌프의 경우 理論吐出壓力에서 5~10 $\text{kg}/\text{cm}^2$ 를 뺀 값을 最大吐出壓으로 생각해도 좋다고 한다.<sup>(4)</sup>



(그림-2) 人工輕量骨材 콘크리트의 슬림프와 吐出量 및 壓力損失의 관계

#### 4. 콘크리트 配合設計時 考慮事項

펌프 콘크리트는 어느 정도 이상의 워커빌리티가 반드시 필요하며 輸送上 골재의 최대치수에도 제한이 있다. 따라서 지나치게 貧配合의 콘크리트나 富配合의 콘크리트는 부적당하다.

일반적으로 잔골재율이 크고 시멘트 사용량이 비교적 많은 플라스틱 콘크리트, 또한 목은반죽이면서도 材料分離가 일어나지 않는 콘크리트가 필요하다.

##### 4-1 使用材料

###### 1) 골재의 선정

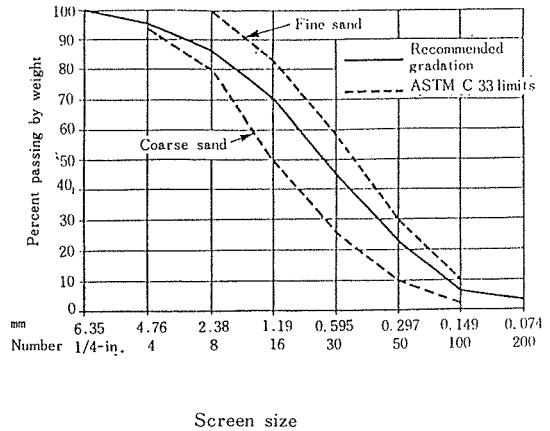
(1) 굵은골재의 최대치수는 사용하는 輸送管 지름의 1/3 이하로서 50mm 이하이어야 한다. 최대치수가 50mm 이상인 골재를 사용할 때는 특수한 고려가 필요하다.<sup>(5)</sup>

부순돌을 사용하는 경우는 자갈을 사용하는 경우보다 매우 불리하며 水平換算距離는 약 70% 정도로 감소된다. 부순돌의 모양은 둥근 것이 좋고 實績率 60% 이하인 것은 펌프 콘크리트용으로서 바람직하지 못하다.<sup>(4)</sup>

(2) 잔골재의 粒度는 壓送性에 영향을 미치기 때문에 大小粒이 잘 혼합되어 있어야 한다. (그림-3)<sup>(7)</sup>은 ACI가 제시한 펌프 콘크리트용 잔골재의 標準粒度를 나타낸 것이다. 특히 0.3mm 이하의 微粒分이 5~10%가 되는 것을 아울러 추천하고 있으며 잔골재의 粗粒率은 2.4~3.0이 적당하다고 한다.

콘크리트의 壓送性이 좋지 않을 때 부순돌의 제조과정중에 발생하는 微粒分을 사용함으로써 壓送性이 개선되었다는 현장의 이야기도 골재의 粒度를 조정된 효과에 의한 것으로 생각된다.

한편 輕量骨材를 사용하는 경우는 0.3mm 이하가 20~35%이며 0.15mm 이하는 10~20%인 잔골재를 추천하고 있고 粗粒率은 2.2~2.8 정



(그림-3) 펌프 콘크리트용 잔골재의 標準粒度

도가 적당하다고 한다.<sup>(7)</sup>

부득이 微粒分이 적은 잔골재를 사용하는 경우에는 단위시멘트량을 증대시키고 잔골재율을 크게 하는 등 특별한 고려가 필요하다.<sup>(5)</sup>

###### 2) 混和材料

AE劑, 減水劑 및 AE減水劑는 일반적으로 콘크리트의 壓送性을 향상시킨다. 減水劑는 콘크리트의 流動性을 개선한다. AE劑 또는 AE減水劑에 의한 連行空氣는 콘크리트의 材料分離에 대한 저항성을 향상시키는 효과가 있다. 따라서 壓送하는 콘크리트는 기본적으로 AE콘크리트로 하는 것이 좋다.

플라이 애쉬를 시멘트의 일부로서 사용하면 콘크리트의 壓送性은 시멘트만을 사용한 경우보다 일반적으로 좋게 된다. 그러나 플라이 애쉬는 燃燒方法, 補集方法, 微粉炭의 品質 등의 영향을 받아 탄소량이 증가되는 경우가 있으므로 주의할 필요가 있다.

流動化劑는 보통 미리 혼합한 콘크리트에 첨가하여 流動性을 증대시키기 위한 목적으로 사용된다. 현재 시판되고 있는 流動化劑는 많은 제품이 있으며 각기 고유의 특성을 가지고 있다. 예를 들면 슬럼프 損失이 큰 것, 凝結遲延

作用이 있는 것, 베이스 콘크리트보다 블리딩이 증가하는 것 등이 있어서 사용에 앞서 이들에 대한 확인이 필요하다.

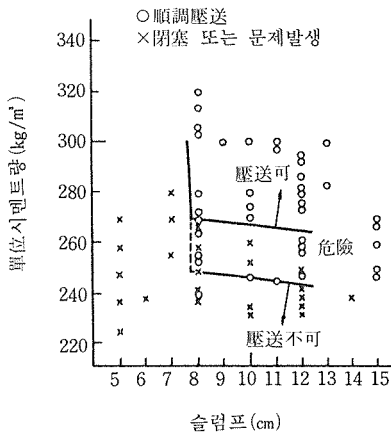
#### 4-2. 配合補正

##### 1) 單位시멘트량

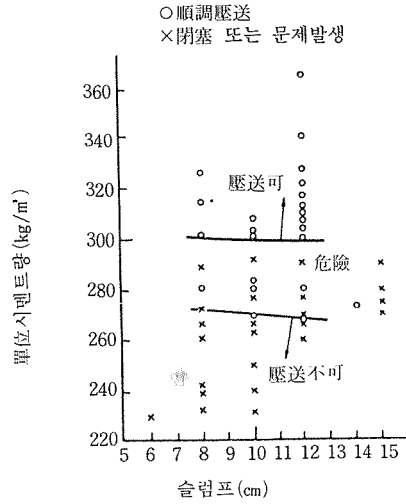
시멘트량은 壓送時 管内抵抗을 지배하는 潤滑性에 크게 영향을 미친다. 시멘트량이 적으면 일반적으로 抵抗力이 증대되며 펌프 負荷가 크게 되어 壓送能力이 저하된다.

일반적으로 閉塞 등을 일으키지 않고 순조롭게 압송할 수 있는 최소 시멘트량은 바순모래를 사용하는 경우를 제외하고는 굵은골재 최대 치수 40mm, 슬럼프 12cm, 공기량 4%에서 配管徑  $\phi 150$ mm, 壓送距離 100m 정도의 조건에서 약  $270\text{kg/m}^3$ 이다.((그림-4)<sup>⑤</sup> 참조)같은 조건에서 바순 모래를 사용할 경우의 최소 시멘트량은  $300\text{kg/m}^3$  정도이다.((그림-5)<sup>⑤</sup> 참조)

또한 바순모래를 사용한 경우를 제외 하고 굵은 골재 최대치수 25mm 또는 20 mm, 슬럼프 8~12cm, 공기량 4%에서 配管徑  $\phi 150$ mm 또는  $\phi 125$  mm, 壓送距離 100 m 정도의 경우 최소시멘트량은  $290\text{kg/m}^3$  정도이다. ((그림-6)



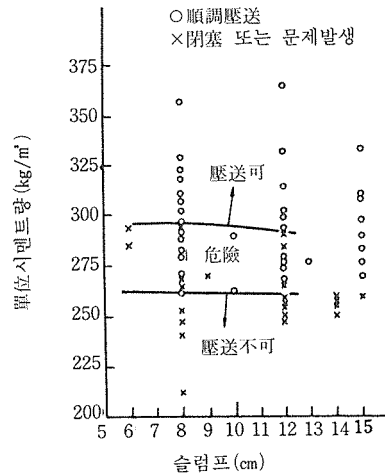
(그림-4) 굵은골재 최대치수 40mm · 하천모래 콘크리트의 슬럼프와 단위시멘트량의 관계



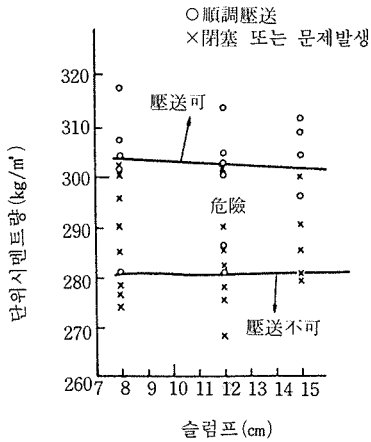
(그림-5) 굵은골재 최대치수 40mm · 바순모래 콘크리트의 슬럼프와 단위시멘트량의 관계

⑤ 참조) 그리고 같은 조건에서 바순모래를 사용한 경우의 최소 시멘트량은  $305\text{kg/m}^3$  정도이다.((그림-7)<sup>⑤</sup> 참조)

시멘트량이 지나치게 많아도 壓送性은 저하된다. 단위시멘트량이  $430\text{kg/m}^3$  정도 이상이 되면 粘性이 증대되며 壓送性이 저하되는 것으로 알려져 있다.



(그림-6) 굵은골재 최대치수 20, 25mm · 하천모래 콘크리트의 슬럼프와 단위시멘트량의 관계



(그림-7) 굵은골재 최대치수 20, 25mm·바순모래 콘크리트의 슬럼프와 단위시멘트량의 관계

한편 시멘트의 최저사용량에 대하여 日本 住宅工團은 보통콘크리트의 경우 290 kg/m<sup>3</sup>, 경량콘크리트의 경우 340 kg/m<sup>3</sup>로 정하고 있다.<sup>(2)</sup>

## 2) 잔골재율

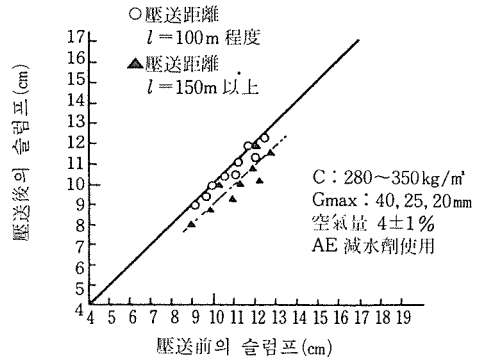
일반적으로 잔골재율을 작게하면 壓送時에 콘크리트의 分離가 일어나 閉塞의 위험성이 크게 된다. 그러나 잔골재율이 과대하게 되면 동일한 슬럼프를 얻기 위한 단위수량이 증가하며 콘크리트의 품질에 나쁜 영향을 미치기 때문에 지나치게 크게 하는 것은 바람직하지 못하다.

펌프를 사용하는 콘크리트의 잔골재율은 펌프를 사용하지 않는 경우에 비해서 2~5% 정도 크게 하는 것이 일반적이며 매우 묽은 반죽으로서 슬럼프 21cm의 건축용 콘크리트의 경우 잔골재율은 45~48% 정도가 적당하다고 한다.<sup>(1)</sup>

## 4-3. 슬럼프 및 공기량

일본의 경우 건축공사에서 사용되는 펌프 콘크리트는 슬럼프 18~21cm 정도가 표준이며 토목용의 경우는 슬럼프 12cm 이하를 표준으로 하고 슬럼프 12cm 이상이 필요한 경우는 流動化콘크리트로 하되 원칙적으로 슬럼프값이 18cm를 넘지 않도록 하고 있다.

콘크리트의 슬럼프는 일반적으로 供給·壓送 중에 저하한다.



(그림-8) 壓送前後의 슬럼프 변화의 測定例

(그림-8)<sup>(6)</sup>에 壓送前後의 슬럼프 변화의 測定例를 나타냈다. 壓送距離가 100m 이하인 경우에는 거의 슬럼프 변화가 없으나 壓送距離가 150 m 이상인 경우는 슬럼프가 1cm 정도 저하된다.

또한 콘크리트의 공기량도 供給·壓送 중에 약간 감소하는 경향이 있다. 減少量은 氣象條件, 壓送條件, 골재의 品質, 混和材料의 종류에 따라 다르나 일반적으로 30분 정도의 供給中에 0.5% 정도 감소한다. 壓送에 의한 공기량의 감소는 壓送距離 100 m 정도의 경우에는 비교적 작으나 壓送距離가 150 m 이상인 경우에는 0.5~1.0% 정도 감소하는 경우가 많다.

## 5. 特殊한 考慮를 要하는 壓送

### 5-1. 特殊한 콘크리트와 特殊한 條件

특수한 콘크리트 또는 특수한 조건하에서는 통상의 경우보다 壓送이 어렵게 되기 때문에 주의를 요한다. 특수한 콘크리트로서는 人工輕量骨材 콘크리트, 高強度 및 富配合 콘크리트, 粒徑이 큰 골재를 사용한 콘크리트, 低슬럼프 콘크리트 및 貧配合 콘크리트, 重量 콘크리트 鋼鐵維補強 콘크리트 등이 있다.



특수한 조건하의 壓送으로서 높은 곳 또는 낮은 곳으로의 壓送, 長距離壓送, 水中콘크리트, 水中 및 寒中の 壓送 등을 들 수 있다. 이러한 콘크리트를 壓送하는 경우에는 사전에 충분한 검토와 주의가 필요하다.

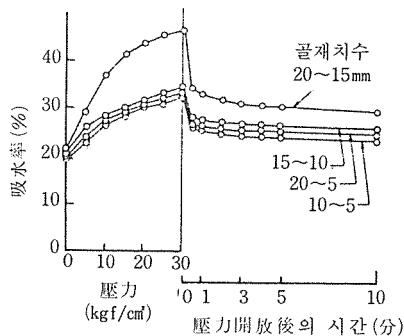
### 5-2. 人工輕量骨材 콘크리트의 壓送

人工輕量骨材는 골재 내부에 공극이 많이 있기 때문에 콘크리트 壓送中에 골재가 加壓吸水하여 配管内에서 콘크리트가 閉塞을 일으킬 염려가 있다. 따라서 壓送中の 加壓吸수를 가능한 줄이기 위해 혼합시의 含水率을 人工輕量골재의 경우 16% 이상, 굵은 골재의 경우 25% 이상이 되도록하여 사용한다.

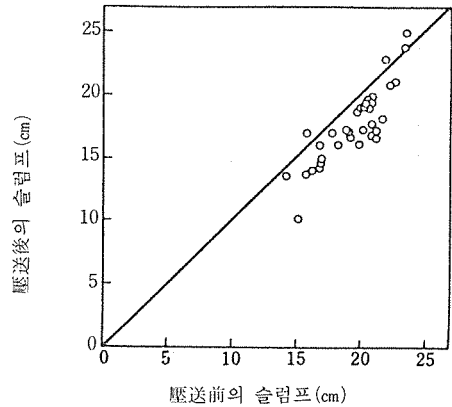
그러나 충분한 事前吸水(pre-wetting)를 한 골재를 사용해도 殘留空隙이 있기 때문에 (그림-9)<sup>5)</sup>에 나타난 바와 같이 壓送中에 加壓吸水가 생기며 슬럼프 저하나 閉塞을 일으킬 염려가 있다.

(그림10)<sup>5)</sup>은 人工輕量骨材 콘크리트의 壓送 전후 슬럼프 변화를 시험한 예로서 壓送에 의한 슬럼프 저하는 된반죽일수록 크게 되는 경향을 보이고 있다.

일반적으로 인공경량골재 콘크리트를 압송할 수 있는 한계의 슬럼프는 18cm라고 한다. 日本土木學會에서는 人工輕量骨材 콘크리트를 壓送



(그림-9) 人工輕量骨材의 加壓吸水



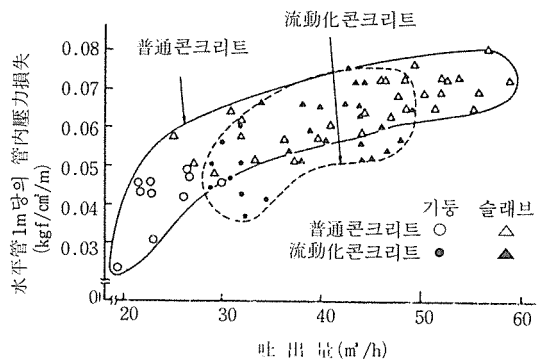
(그림-10) 人工輕量骨材 콘크리트의 壓送前後의 슬럼프 변화

하는 경우 流動化콘크리트로 하며 슬럼프는 18cm 이하로 하는 것을 원칙으로 하고 있다. 다만 長距離壓送, 높은 곳으로 壓送하는 경우는 責任技術者의 승인을 얻어 이 값을 변경할 수 있도록 하고 있다.

일반적으로 流動化콘크리트로 하면 壓送性は 다소 개선된다.

(그림-11, 12)<sup>6)</sup>에는 현장의 壓送實績으로부터 管内壓力損失과 壓送量의 관계 및 壓送量과 슬럼프의 관계를 나타냈다.

이 그림으로부터 슬럼프를 크게 하여도 壓送量을 증대시킬 수 없지만 壓送量이 적은 경우는 管内壓力損失이 작게 되는 것을 알 수 있다.



(그림-11) 水平管 1m 당의 管内壓力損失과 吐出量과의 관계



문에 멀리 流下되어 콜드 조인트를 발생시킬 우려가 있으므로 주의해야 하며 또 충분히 다지기를 한다.

### 6-3 壓送의 中斷

1) 콘크리트의 壓送은 치기를 시작해서 마치기까지 연속적으로 치는 것이 원칙이다. 그러나 부득이 압송을 일시적으로 중단해야 하는 때는 가능한 빨리 再開時期를 예측하고 그 내용에 대해 신속히 공사관계자 전원이 알도록 해준다.

2) 中斷時間이 10분 정도 이상이 되는 경우는 콘크리트 펌프와 配管内에서의 閉塞을 방지할 목적으로 도중에 數 스트로크분만 이동시키는 불연속 운전(interval 운전)을 실시한다. 이때 어떤 이유로 配管先端에서 吐出이 되지 않는 경우에는 逆轉·正轉을 반복하는 것이 효과적이다.

3) 장시간 중단시켜 閉塞의 가능성이 높은 경우에는 配管内의 콘크리트를 배출한다. 이때 이미 타설된 콘크리트나 철근이 교란되지 않도록 또 안전에 유의하여 실시한다.

## 7. 結 言

펌프工法을 사용하는 경우 壓送效率을 높이고 펌프 閉塞을 방지하기 위한 목적으로 진반죽의 콘크리트를 사용하는 경향이 있다. 그러나 單位水量만을 크게 하여 콘크리트의 반죽질기를 조정하면 材料分離에 의해 오히려 輸送管이 막힐 수 있으며 硬化後 強度低下, 乾燥收縮의 증대, 龜裂發生 등 品質의 급격한 저하가 우려된다.

따라서 펌프 콘크리트는 골재의 선정 및 配合設計의 측면에서 세심한 배려가 필요하다. 또

한 플라이 애쉬나 流動化劑의 올바른 사용방법은 壓送性的 향상을 위해 유효한 수단이 될 것으로 생각된다.

한편 人工輕量骨材의 콘크리트의 경우는 壓送後 放水에 의해 시멘트풀과 골재와의 사이에 水膜이 형성되어 接着力이 저하되는 것을 생각해 볼 수 있는데 이러한 문제에 관해서는 아직 해명되지 않고 있어 앞으로 검토되어야 할 과제로 생각된다. 또한 壓力吸水가 없는 人工輕量骨材의 출현도 기대해 본다.

끝으로 本橋를 쓰는데 있어서 펌프차의 國內現況에 대한 자료제공과 도움말을 주신 대우자동차의 鄭瓚鎭 과장과 삼성중공업의 羅鍾殷 대리 두분에게 깊이 감사드린다.

## 參 考 文 獻

1. 森茂二郎編, 實用コンクリート技術(上), 建築技術, 1977
2. 福士勳, 日本住宅公團コンクリートポンプ工法仕様書, Cement Concrete Product, vol. 16, 1970
3. 日本建築學會, コンクリートポンプ工法施工指針案·同解説, 1979
4. 日本建築學會, 輕量コンクリート調査設計·施工指針案·同解説, 1978
5. 土木學會, コンクリートのポンプ施工指針案, 1985
6. 最新 콘크리트材料·工法ハンドブック編集委員會, 最新コンクリート材料·工法ハンドブック, 1986
7. Placing Concrete by Pumping Methods, ACI Manual of Concrete Practice, ACI Publication, 1976