

建築 土木에 있어서의 樹脂加工

李 九 鍾

<國立中央工業研究所 研究官>

Portland Cement는 1824年 J. Aspidin에 依하여 發明된 以來 近 1世紀半 동안 無機結合材 또는 接着劑의 代表的인 存在로서 土木 建築分野에 널리 使用되어 왔다. 其間 Portland Cement가 가지고 있는 여러가지 결함을 改善하기 위하여 여러 形態의 特殊시멘트가 研究開發되었고 各種 시멘트 混合材 및 混和劑가 使用되고 있다. Portland Cement 콘크리트는 壓縮強度가 크고 不燃性이라는 點等 構造用으로 優秀한 材料임에도 不拘하고 引張強度가 弱하고 龜裂이 生기기 쉽고 또 酸 其他藥品에 대한 化學抵抗性이 弱하다는 點等 本質的인 결함을 가지고 있다. 시멘트콘크리트나 몰탈의 이와같은 결함을 改善하여볼려는 의도하에서 過去 30~40年間에 걸쳐 Portland Cement Concrete나 mortar에 plastic을 導入시킨 plastic Concrete나 mortar이 研究開發되었으며 최근에는 Portland Cement는 全然 사용하지 않고 Polymer만을 結合材로하는 Concrete나 mortar도 出現하고 있다. 이들을 總稱하여 Plastic Concrete라 부르며 Concrete Plastic는 다음과 같이 大別된다.

- ① polymer cement concrete (mortar)
- ② resin concrete (mortar)

Polymer Cement 콘크리트는 結合材로서 Portland Cement와 gum latex, 樹脂 emulsion, 水溶性樹脂等을 使用한 콘크리트이며 resin Concrete는 結合材로서 Portland Cement를 全然 사용하지 않고 主로 Epoxy, Polyester, Phenol, Furane Polyurethane 등의 熱硬化性樹脂를 使用한 콘크

리트이다. Polymer Cement 콘크리트나 몰탈은 보통시멘트콘크리트에 比하여 曲強度 引張強度 및 撓性이 상당히 크고 오래된 콘크리트面 등의 接着性 防水性 耐摩性耗 耐衝擊性 耐藥品性等이 대단히 優秀함으로 보통시멘트콘크리트는 使用될 수 없었던 새로운 用途가 광범위하게 開發이 되고 있다. resin concrete는 보통시멘트콘크리트에 比하여 다음과 같은 特性을 가지고 있다.

- ① 硬化速度의 광범위한 調節可能
- ② 曲強度 引張強度가 特히 높다.
- ③ 完全한 防水性이고 凍結融解에 대한 抵抗性이 크다.
- ④ 오래된 콘크리트面에 대한 接着性 良好
- ⑤ 其他 耐磨耗性 耐衝擊性 耐藥品性이 優秀하다.

따라서 舗裝材, 防水材, 接着材, masonry材等으로 使用이 되고 있다.

以下 近年에 急激히 開發發展하고 있는 Plastic 콘크리트에 대하여 간단히 소개하고자 한다. 特히 여기서는 시멘트를 主結合材로 使用하는 Polymer Cement系 콘크리트 및 몰탈에 대하여 混入使用되는 Polymer의 종류, 성질 및 용도에 대하여 약술코져 한다.

1. Plastic 콘크리트 및 몰탈用 Polymer

Polymer Cement 콘크리트는 主結合材인 포틀랜드 시멘트의 성질을 強化하기 위하여 天然 고무 또는 合成 gum latex, 熱可塑性 Polymer의

Emulsion, 水溶性 Polymer 등이 사용되고 resin concrete는 主結合材로서 各種 熱硬化性 Polymer 가 사용된다. 이들 Plastic Concrete 用 Polymer 中 主要한 것을 들면 다음과 같다.

1-1 Polymer-Cement Concrete 用

1) latex 및 Emulsion

- ① 天然 gum latex
- ② poly-chloroprene latex
- ③ Styrene Butadiene latex
- ④ Acrylonitrile butadiene latex
- ⑤ Poly-Vinyl Acetate Emulsion
- ⑥ Vinylchloride Vinylidene Chloride Emulsion
- ⑦ Poly acrylic acid ester Emulsion

2) 水溶性 Polymer

- ① Cellulose 誘導體
- ② Poly Vinyl alcohol
- ③ Poly Acryl 酸鹽

1-2 resin Concrete 用

1) 熱硬化性 Polymer 및 Asphalt

- ① Epoxy resin
- ② Polyester resin
- ③ furane resin
- ④ phenol resin

2. Polymer을 混合한 Cement 콘크리트

Polymer Cement Concrete는 混合材의 種類에 따라 latex 狀 또는 Emulsion 狀 Polymer-Cement 系, 水溶性 Polymer-Cement 系 및 反應性 mono-mer-Cement 系로 分類된다.

2-1 latex 및 Emulsion을 使用하는 Polymer-Cement 系

Polymer Cement 콘크리트中 가장 먼저 開發된 것으로 처음 天然 gum latex가 使用되었으며 1920年代 初에 처음 시도 되었으나 그 實用化는 1930年代의 A.E Bond(英)의 特許가 最初이다. 1940年代에 와서 實用化面에 對한 研究가 있었고 이 分野에 대한 基礎研究는 1950年代에 와서 비롯되었다.

2-1-1 Polymer-Cement 系의 性質

Polymer Cement 系의 性質은 使用되는 latex 또는 Emulsion의 種類, 그의 乳化劑, 安定劑, latex 및 Emulsion 構成成分과 含量, Polymer Cement 比, 水 Cement 比等에 依하여 현저하게 영향을 받는다. 一般의으로 Polymer-Cement 比의 增加로 Polymer-Cement 콘크리트中 強度를 除外하고 防水性 接着性 乾燥收縮性 耐磨耗性 耐衝擊性, 등이 현저하게 向上한다.

그러나 強度는 一定한 Polymer Cement 比에서 最大値를 나타내는 것이 많다.

1) 아직 굳지 않을 때의 性質

① 作業성의 改良

一般의으로 Polymer Cement 系에 있어서는 Polymer Cement 比의 어느 정도의 增加에 따라 水시멘트比는 減少되며 同一水시멘트에 있어서는 보통시멘트系에 比하여 훨씬 作業성이 좋아진다. Poly-Vinyl Acetate Emulsion의 경우 20% 때 가장 作業성이 좋으며 이 경우 Emulsion이 充分한 물에 휘석되어 시멘트粒子나 모래의 分散劑로 作用하기 때문이며 이보다 Polymer-Cement 比를 增加시키면 Emulsion의 휘석을 위한 充分한 물이 不足하기 때문에 물탈은 과도로 粘着性を 띄게 된다. 作業性向上 要因으로는 이외에 Emulsion 中의 乳化劑 및 安定劑의 界面活性作用 Polymer 粒子 自身の Ball bearing 作用 등을 고려할 수 있다. 이와같은 적정한 Polymer의 混入에 따른 混水量의 減少는 보통시멘트系에서 얻어지는 利益 即 強度의 向上을 가져온다.

② 空氣 連行性

시멘트配合用 latex 또는 Emulsion은 그 안에 함유된 乳化劑 및 安定劑로 使用된 界面活性劑로 因하여 시멘트와 配合時 空氣가 連行되며 어떤 Polymer-Cement 系는 현저하게 發泡하여 必要以上の 空氣를 連行할 때가 있다. 이와같이 必要以上 連行된 空氣는 必要以上の 空隙을 만들어 Polymer-Cement 系의 諸性質을 低下시킨다

③ 保水性

Polymer Cement Concrete는 Polymer 粒子의 Cement Concrete 또는 mortar의 空隙充填에 依한 内部水分의 抑制과 latex 또는 Emulsion 自體

의 親水 Colloid의 性質의 兩作用때문에 concrete 또는 mortar全體의 保水性을 向上시킨다.

따라서 시멘트水和에 必要한 水分이 充分히 確保됨으로 보통 Cement Concrete가 水中養生을 原則으로 함에 比하여 오히려 大氣中の 自然條件下에서 乾燥養生을 行하는 것이 오히려 좋은 結果를 가져온다.

④ 材料分離

Polymer-Cement系는 큰 流動性을 나타내는데도 不拘하고 Polymer粒子的 親水 Colloid의 性質 및 乳化劑나 安定劑等の 界面活性劑에 依한 空氣의 導入에 依하여 bleeding이나 Segregation에 대한 抵抗性이 良好하다. 따라서 이러한 性質은 材料分離等에 起因하여 일어나는 몇가지 결합 即 強度 및 防水性의 低下等을 없앨 수가 있다.

2) 硬化後의 性質

① 強度

Polymer-Cement系의 曲強度 引張強度 壓縮強度等の 特性에 대하여는 많은 報告¹⁾가 있으며 使用한 Latex 또는 Emulsion의 Polymer의 종류 시험방법의 相違에 따라 각종 시험結果가 紹介되고 있다. Tyler²⁾의 調査에 依하면 Polymer Cement比 20%의 典型的인 Polymer Cement系의 壓縮強度(濕潤養生)는 普通시멘트系의 約 10%增 引張強度는 23%, 曲強度는 100%, 接着強度는 130%가량 各各 增加한다고 말하고 있다.

② 防水性 및 防濕性

Polymer-Cement系中の 空隙은 不連續的인 것이 많고 表面으로 向한 毛細管의 數도 普通시멘트系에 比하여 아주 적어 防水性이 優秀하다. 이러한 傾向은 Polymer-Cement比의 增大에 따라 현저하고 대개 10~20%때 吸水率 透水比 및 透水量이 最大가 되나 그의 값은 Polymer의 종류에 따라 큰 差가 있다. 大浜³⁾의 Polymer Cement mortar 透水시험 結果에 依하면 어느 mortar이나 透水比가 0~0.20으로 아주 적은 값을 나타낸다고 한다.

③ 乾燥收縮

Polymer-Cement系의 乾燥收縮試驗結果에 對하여는 여러가지 報告가 있으나 그 結果가 一致

하고 있지 않다. Polymer粒子는 처음 Cement의 空隙中에 凝集하여 空隙量을 減少시켜 乾燥收縮이 減少되나 Polymer Cement比가 增大하여 Polymer의 占有體積이 Polycr-Cement mortar의 空隙率을 넘으면 polymer 自體의 收縮과 몰탈全體의 수축이 乾燥收縮을 支配하게 된다. 大浜³⁾의 시험결과에 의하면 어느 polymer-cement Concrete도 材寸이 增加함에 따라 乾燥收縮이 增加하고 材寸에 關係없이 普通시멘트보다 적은 값을 나타내는 것이 많다고 한다. Poly Vinyl Acetate Emulsion 混入몰탈의 乾燥收縮이 가장 크고 NBR latex 混入몰탈이 가장 적어 普通몰탈의 約 1/3이었다 한다.

④ 接着性

보통材料에 대한 優秀한 接着性은 polymer cement系의 一大特色의 하나이다. 이러한 接着力의 發現은 polymer 自體의 接着力과 Polymer-Cement의 相乘效果에 起因된다고 할 수 있다. 一般的으로 Polymer-Cement比의 增加에 따라 接着力이 增加하나 乾燥養生한 다음엔 一定한 값에 가까워지며 조금이라도 水中養生을 할 경우에는 polymer-Cement比 10~20%에서 最大의 값을 取한다.

⑤ 耐藥品性

보통시멘트콘크리트는 耐藥品性이 弱한 것이 最大의 結合이다. 이러한 結合은 天然 또는 合成 latex와 Emulsion이 混入된 Polymer-Cement系에서는 많이 개선된다. 이런 性質은 시멘트水和物 周圍에 耐藥品性이 강한 polymer film이 被覆되기 때문이라고 생각되고 있다. Polymer-Cement 몰탈의 耐藥品性은 一般的으로 Polymer-Cement比의 增加에 따라 向上하고 20% 부근에서 弱酸 알카리 鹽類溶液에 대하여 보통시멘트몰탈보다 양호한 저항성을 나타낸다. 그러나 油類나 有機溶劑類에 대하여는 polymer의 종류에 따라 耐藥品性에 큰 差가 있으며 例를들면 NBR latex 混入몰탈은 전혀 抵抗性이 없고 polymer自體가 耐油性이 우수한 NBR latex 混入몰탈은 우수한 抵抗性을 나타낸다.

⑥ 耐凍結融解性 및 耐候性

Polymer-Cement系에서는 Polymer의 混入에

따라 상대적으로 수시멘트비가 低下하고 内部의 水隙이 적어질과 더불어 内部에 生成하는 polymer film 때문에 極히 防水的으로 되며 또 Emulsion이나 latex에 含有되는 界面活性劑 때문에 AE劑와 같이 空氣連行效果 때문에 凍結融解에 대한 抵抗性이 向上된다.

3-1 用途

시멘트配合用 latex나 Emulsion을 使用한 Polymer-Cement系는 보통시멘트콘크리트나 몰탈과 比較해서 中중의 特性을 가지므로 지금까지 보통시멘트 콘크리트나 몰탈을 使用할 수 없었던 새롭고 많은 用途를 開發했다. 特히 鋪裝材 防水材 接着材 콘크리트의 防蝕라이닝等に 廣範圍하게 사용되고 있으며 가장 開發이 잘된 Polymer-Cement 몰탈을 中心으로 그 主要用途를 소개한다.

1) 鋪裝

優秀한 接着性 保水性 低乾燥收縮性 彈性에 의한 부드러운 감촉 耐摩耗性 및 耐發塵性 때문에 一般家屋 倉庫 工場바닥 交通量이 많은 階段이나 通路 platform 등의 表面마무리材料로서 適合하다.

2) 防水 防濕시링

Polymer-Cement 몰탈은 Polymer에 의하여 内部의 毛細管이 完全히 充填되고 있기 때문에 거이 물이 浸透되지 않으며 또 乾燥收縮이 적고 彈性이 있어 伸縮에 대한 抵抗性이 크므로 龜裂發生이 적어 屋上防水 및 콘크리트부리의 벽체의 被覆에 使用되며 伸長能力이 크기 때문에 콘크리트부리 Prefab 건축 道路 타일 등의 연결부의 Sealing用으로 使用된다.

3) 接着劑

Polymer Cement Paste 또는 mortar 形으로 使用된다. Polymer를 有機溶劑에 녹인 溶劑型接着劑와 달라 바탕면이 습해있거나 密閉中인 것을 불문하고 常濕에서 硬化하여 接着力을 發揮하는 것이 特徵이다. 콘크리트나 몰탈은 물론 鋼 木材 등의 바탕, 유리, 벽돌, 石材 도자기質材料 등에도 잘 接着되며 塗裝두께를 自由로히 조절할 수 있다.

其他 防水性 防氣性 耐藥品性 耐衝擊性等 接着劑로서의 用途가 많다.

4) 콘크리트의 防蝕 Sealing

Polymer Cement 몰탈은 優秀한 防水性 強力한 接着力 低乾燥收縮性 耐衝擊性等으로 弱한 酸이나 알카리 기타 藥品類를 取扱하는 化學工場바닥 廢液의 도랑, 분노소 火筒의 内壁 耐酸 漆管 機械油가 떨어지는 機械工場의 바닥 타일의 연결부의 塗裝等に 使用된다.

5) 콘크리트補修材 및 再鋪裝材

強한 接着力 伸縮에 대한 抵抗性이 크므로 콘크리트구조물의 龜裂 其他 損傷의 補修나 오래된 콘크리트면에 새로운 콘크리트를 打設할 때 使用된다. 美國에서는 一般道路는 勿論 젯트機用滑走路 교량 등의 再鋪裝等に 相當한 量의 Polymer Cement 몰탈이 使用되고 있다.

6) 氣泡 Polymer Cement 콘크리트

Polymer Cement 콘크리트에 Al粉 등의 發泡劑 슬화酸鹽 토진 등의 起泡劑를 첨가하며 安定된 氣泡를 갖는 gas Polymer Cement 콘크리트가 製造된다. 보통시멘트만 使用한 氣泡콘크리트에 比하여 引張, 曲, 壓縮強度 防水性等이 優秀하다.

3-2 水溶性 Polymer 및 反應性 monomer를 使用한 Polymer-Cement系

Polymer Cement系에 利用되는 水溶性 Polymer는 첫째 Polymer 自體가 Polymer-Cement系에 거이 強度의으로 공헌하지 않는 것으로 Cellulose 誘導體(methyl cellulose, Hydroxy ethyl cellulose)와 Polymer Cement系의 構造強化에 얼마간 기여하는 것으로 보발트 Poly acryl 酸鹽 Epoxy-Poly-Siloxane Phosphate 등과 水溶性이고 反應性 monomer를 水溶液의 形態로 콘크리트나 몰탈중 에 混入하고 시멘트의 硬化條件下에서 重合을 行하게 하여 硬化한 콘크리트나 몰탈의 内部에 不溶性의 Polymer의 固體를 形成시키려는 것으로 鹽酸 Aniline으로 重合되는 furfural alcohol, 過黃酸鹽으로 重合되는 Acryl amid 등이 使用된다.

3-2-1 性質

1) 水溶性 Polymer-Cement系

水溶性 Polymer Cement系의 主目的은 Cement paste나 mortar의 作業性的 개선에 있으며 一般 壁管工事나 타이루부침에 있어서 小量의 첨가로

효과를 올리는 것이 要望된다. 보통 latex나 Emulsion을 混入하는 Polymer-Cement系에 비해 시멘트에 대한 混入量은 훨씬 적어 2%以下이다 作業性的 개선의 強度나 接着性 乾燥收縮의 低減 등이 부수적으로 고려되고 있다. 其外 施工上 문제되는 것으로 保水性이나 적절한 凝結遲緩等도 고려되고 있다. 水溶性 Polymer中 가장 많이 普及이 잘되고 있는 것은 Methyl Cellulose로서 Polymer-Cement比 0.4로서 현저한 凝結遲緩 효과가 있으며 保水性도 개선된다. 이러한 水溶性 Polymer 混入물탈은 作業性的 向上으로 상대적으로 물시멘트비의 급격한 減少를 가져와 乾燥收縮이 현저하게 감소한다.

2) 反應性 monomer-Cement系

이미 소련등에서 實用化되고 있는 것으로 Furfural Alcohol 鹽酸 Anilin系의 polymer-Cement 콘크리트에 대하여 설명하면 다음과 같다.

이 Polymer-Cement 콘크리트는 시멘트와 骨材의 混合物에 대하여 Furfural Alcohol 水溶液, 重合促進劑로서 鹽酸 Anilin, 시멘트硬化促進劑로서 鹽化칼슘등 3成分을 混入하여 製造된다. 보통 콘크리트에 비해 曲強度 引張強度 및 附着強度가 크고 아울러 凍結融解에 대한 抵抗性 石油 燈油 디젤油 海水에 대한 耐藥品性 耐透過性(물 또는 벤진)등이 크다

3-2-2 用途

Methyl Cellulose等 Cellulose 誘導體를 混入한 것은 Portland Cement의 凝結時間의 適切한 遲緩 水分蒸發의 抑制 接着性向上等으로 理想的인 타일 接着劑로서 使用되고 있다. 또 Methyl Cellulose나 보발르를 混入한 시멘트물탈은 Polymer Cement比가 상당히 적으면서도 물시멘트비의 低下 및 乾燥收縮이 低下되고 強度가 低下되지 않고 防水性 保水性이 向上되고 多少 空氣가 連行되며 作業성이 개선됨으로 masonry 材로서의 特性이 具備되고 있으며 이러한 方向的 用途에 利用된다.

Furfural Alcohol 鹽酸 Anilin系의 Polymer-Cement 콘크리트는 鑛物油나 벤진등에 대한 抵抗性이 크고 충격 강도 曲強度 引張強度 撓性等이 優秀하며 또 普通시멘트 콘크리트에 대한 接着性이 높고 不透水性으로 印刷工場 Alcohol 合成工場等の 바닥포장 地下構造物의 防水 강한 動的作用을 받는 構造物의 基礎等に 使用된다.

參考文獻

1. KUBODA, 일본재료학회 콘크리트공사용 수지 위원회자료(문헌집), 1963.
2. O.Z. Tyler & R.S Drake, Adhesive Age, 4[9], 30-39 (1961)
3. 大濱, 伊部, 오노다연구보고, 15, 242-258(1963)
4. 波木, 大濱, 프라스틱콘크리트, 고분자간행회, 1965.

