

# 초슬림 하이브리드 합성라멘교(Hicom)공법의 소개

## Introduction of Super Slim Hybrid Integral Composite Rahmen Bridge



윤 동 용\*



한 녹 희\*\*

\* 현대제철(주) 기술영업팀  
\*\* (주)효명이씨에스 대표이사

### 1. 서 론

압연H형강은 플랜지와 복부사이의 용접이 필요치 않고 수평·수직보강재가 필요 없으며, 운반 및 조립설치가 쉽기 때문에, 해외에서는 중소규모 교량을 대상으로 자주 사용되어 왔다. 중소지간 단경간 교량을 대상으로 한 H형강교량 설계 표준화가 대부분 이루어져 있으며, 연속화 공법도 다양하게 개발 보급되고 있다. 국내에서도 수년 전부터 H형강교량공법에 관심이 주어지면서 다양한 공법개발이 시도되고 있다. 현대제철(주)에서는 2002년에 단경간 강교량의 설계표준화연구를 수행하여 압연H형강교량에 대한 표준화 성과를 발표하였고, 여러 현장에서 보급이 확대되고 있다. 하지만 규격화된 H형강의 강성한계(H=800mm)로 지간장 25m이하의 단경간교량에 국한되고 있는데, 지간 확대를 위해서는 프리스트레스를 도입하거나 연속화하는 등의 공법개발이 필요하다. 본 고에서는 압연H형강을 주거더로 사용한 새로운 교량형식인 복합합성라멘교 (Hybrid Integral Composite Rahmen Bridge, 이하 Hicom 라멘교)공법을 소개하고, 시공과정 및 설계검토사항들에 대해 설명하고자 한다.

### 2. Hicom 공법의 개요

Hicom 공법은 지간중양부를 강관형합성거더로 지점부

는 SRC합성 거더구조를 택한 새로운 형태의 복합구조형식 교량으로서, 지점부의 강성을 키워서 지간중양부의 정모멘트를 감소시킴으로서 거더높이를 최소화한 효율적이고 경제적인 교량공법이다. 본 공법의 완성도를 그림 1에 나타내었다.

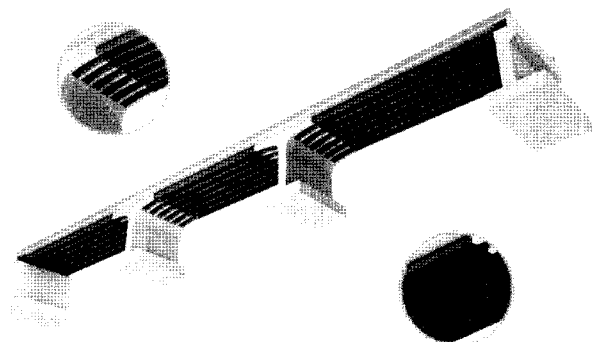


그림 1 Hicom 라멘교 완성예상도

대상교량은 3경간연속교로서 중간지점부를 강결구조로 한 라멘형식이며 양단부 교대는 온도하중에 의한 신축을 고려하여 거더에 교량받침을 배치한 구조이다.

Hicom 라멘교의 시공순서는 그림 2와 같다. 먼저, 교대와 교각을 시공한 후 SRC부 시공을 위해 동바리를 설치한다. 이어서 지점부의 강재를 거치하고 거푸집과 철근을 조립한 다음 콘크리트를 타설한다. 3단계에서는 중앙부 강

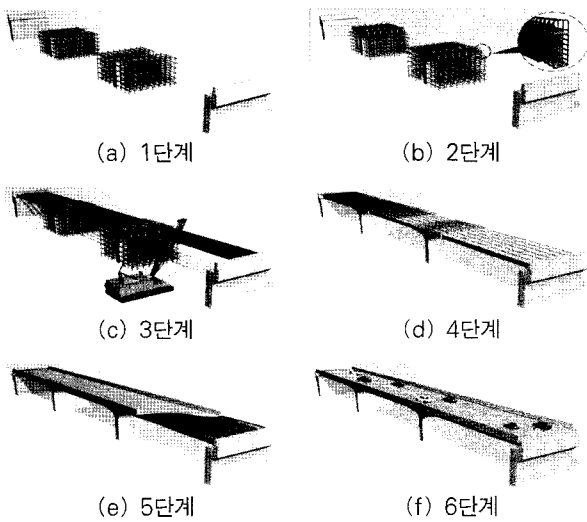


그림 2 Hicom 라멘교 시공순서

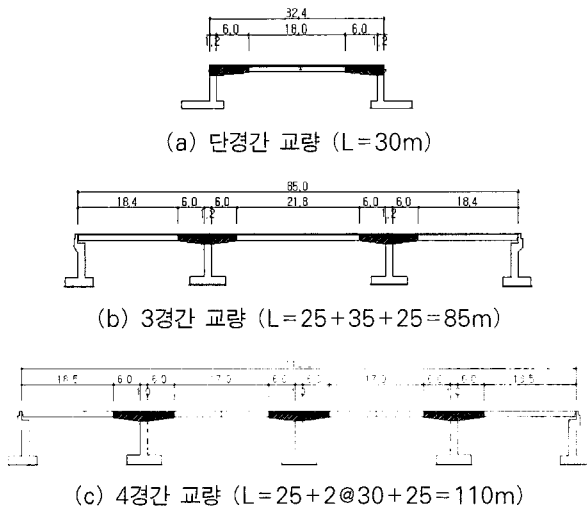


그림 3 Hicom 라멘교 적용 유형

재를 크레인으로 인양거치하며 4단계에서 SRC부의 동바리를 해체하고 바닥판 시공을 위한 거푸집 및 철근을 조립한 후에, 5단계에서 바닥판 콘크리트를 타설 한다. 이어서 방호벽시공 및 아스콘 포장을 하면 교량이 완공된다.

Hicom 라멘교의 시공은 빔제작을 위한 별도의 제작장이 필요치 않으며, 프리스트레스도입이나 프리플렉션하중의 도입 등이 필요치 않기 때문에 현장기술자들에게 익숙하고 단순한 공정에 의해 교량을 완성할 수 있다.

그림 3에 본 공법으로 적용가능한 교량유형을 예시하였다. 단경간라멘교의 경우는 경간장 30m까지 적용이 가능하며, 2~4경간 연속교에 대해서도 경간장 30~35m 까지 가능한 것으로 검토되었다. 그림 3은 H형강을 사용할 경우의 경간구성이며, 조립부재(Built-Up)를 사용할 경우 경간구성을 더 자유롭게 선택할 수 있다.

### 3. Hicom 공법의 주요특성

#### 3.1 구조의 효율성을 높인 신형식 복합교량

강-콘크리트 복합구조는 최근에 강구조 및 콘크리트 구조에 이어서 제3의 구조로서 위치를 차지해 가고 있다. 교량분야에서 시도되는 복합구조 형식으로는 파형강판 복부를 갖는 PC상자형교, PC·강복합 엑스트라도즈드교, PCT거더교, 이중합성강박스거더교, 이중합성트러스교 등 다양한 공법을 들 수 있다. Hicom 라멘교는 이들 공법과 구조적 개념을 같이 하면서 증소지간 교량의 거더공법을 적용대상으로 한 새로운 형식의 복합교량이다. 판형교 또는 H형강교량은 지점부의 강성을 키우는데 한계가 있지만, Hicom 라멘교는 SRC합성단면을 채용함으로써 지점부 강성을 크게 늘리고 중앙부의 정모멘트를 감소시켜 정·부모멘트 모두가 허용응력 이하가 되도록 한 것이다. 실제로 지점부 SRC합성단면의 단면 2차모멘트는 지간중양부와 비교하여 균열단면의 경우 1.8~3.3배까지 증가하며 비균열단면의 경우는 4.3~8.1배까지 증가한다. 휨강성의 이같은 증가는 기존공법으로는 실현할 수가 없다.

Hicom 라멘교의 구조적효율성을 확인하기 위하여 아래의 그림 4에서와 같이 유사한 구조계의 교량에 대하여 가력설계를 수행하여 결과를 비교하였다.

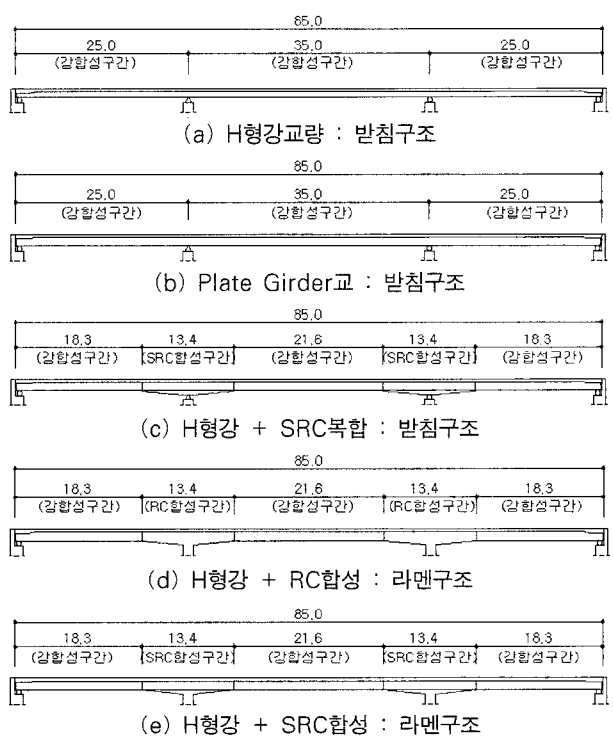


그림 4 교량별 구조계

이들은 모두 동일한 지간구성을 가지며, 횡단면은 고속도로 편도2차로 교량기준 12.6m폭에 주거터를 7분씩 배치하였다.

먼저, (a)는 H-808×302×16×30 빔을 전경간에 걸쳐 주거터로 사용한 강합성교량으로서 중간교각부에 받침을 둔 구조이다. 거더의 강성이 작기 때문에 정·부모멘트부에서 모두 허용응력을 초과한다. (b)는 Plate Girder교로 했을 때의 구조이다. 거더높이를 최소한 1.2m로 높여야 가능하다. (c)는 지점부를 SRC합성구조로 하였으나 중간교각에 받침을 둔 복합연속거더 형식이다.

강결라멘구조에 비해 중간지점부의 회전강성이 작기 때문에 측경간 활하중재하시 정모멘트 감소폭이 작아서 SRC합성거더부와 만나는 점 부근의 강합성부에서 강거더의 응력이 허용응력을 초과한다. 다음으로 (d)는 중간지점부 교각을 상부와 일체화시켰으나, 지점부거더 단면을 SRC합성거더가 아닌 단순 RC합성거더로 계획한 구조이다. (e)에 비해 시공성이 용이하지만 RC합성거더부에선 균열로 인한 강성저하가 급격해 바닥판내 철근의 응력이 허용응력을 초과하게 된다.

마지막으로 (e)는 본 연구에서 채택하고 있는 3경간 표준교량이다. 중앙지점부 교각에서 상부구조와 강결라멘처리하고, 지점부거더 단면을 SRC합성거더로 계획하여 지점부의 강성을 크게 증가시킨 구조이다. 거더높이가 808mm밖에 되지 않아 다리밑공간 확보에 유리하며 중간지점부를 강결연속처리하여 받침, 신축이음장치가 필요치 않게 된다. 구조검토결과 측경간 및 중앙경간 중앙부의 정모멘트가 크게 감소하여 안전성 확보가 가능하며, 지점부에 휨모멘트가 상당한 크기로 증가하지만 단면의 휨강성이 크게 증가하기 때문에 응력상 여유가 있음을 확인하였다.

위의 각 Case에 대한 하중별 휨모멘트 비교도를 그림 5에 나타내었다.

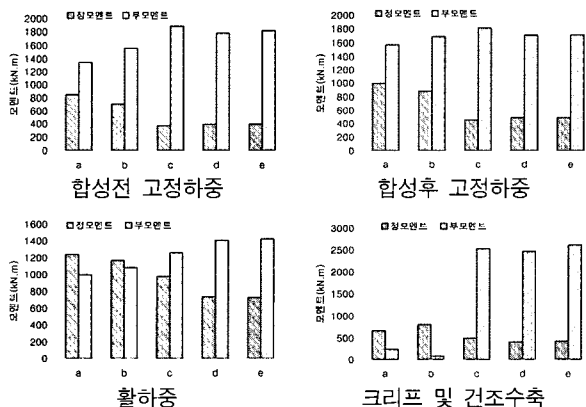


그림 5 하중별 휨모멘트 비교도

위의 그림에서 보면 RC합성 또는 SRC합성으로 지점부 강성을 키운 (c), (d), (e)의 경우 부모멘트는 완만하게 증가한 반면 정모멘트가 현저한 비율로 감소함을 확연하게 알 수 있으며, 지간중앙부 거더강성을 줄일 수 있는 근거가 된다. 활하중에 의한 정모멘트의 감소를 보면 (c)가 (d)와 (e)보다 적게 감소되어서 SRC합성거더 경계부에서 허용응력을 초과할 수 있음도 알 수 있다. 반면에, 크리프 및 건조수축에 대해서는 RC 또는 SRC합성단면인 (c), (d), (e)에서 부모멘트가 상당한 크기로 발생하게 되는데, 지점부강성이 훨씬 크기 때문에 발생응력이 허용응력 이내로 들어올 수 있게 된다.

### 3.2 중소지간을 대상으로 한 초저형교 교량공법

H형강을 이용한 관형합성교 구조로서 휨강성에 제한이 있으므로 중,소규모지간 교량에 적합한 구조이다. 중간교각의 높이에 따라 응력의 여유에 차이가 있지만, 교각높이를 5.0m로 최소화한 경우에도 중앙경간장을 35.0m까지 넓힐 수 있으며, 지간중앙부 22m구간의 거더높이가 808mm에 불과하여 다리밑공간확보에서 어떠한 거더공법보다도 유리하다. 또한, SRC합성거더부의 길이를 조절하고 측경간장 또는 중앙경간장을 임의로 정할 수 있기 때문에, 하부도로나 하천등의 통과현황에 부합하는 지간구성을 계획할 수 있다.

### 3.3 경량구조 교량 실현

지간중앙부에 중량이 가벼운 압연H형강을 사용하므로 고정하중이 상대적으로 작다. 지간장 35m 교량을 대상으로 비교한 결과 거더자중 및 1, 2차고정하중이 20~25% 정도 작은 것을 알 수 있었다. 상부의 고정하중이 작으면 하부구조 및 기초의 규모를 줄일 수 있게 되고 관성력이 작아지기 때문에 내진성능 또한 양호하게 된다.

### 3.4 시공성 및 미관개선

최근에 개발되는 대부분의 신공법 거더교들은 거더높이는 낮추고 적용 지간장을 늘리기 위한 방법으로 단계별 긴장, 프리플렉션하중 재하, 강제와 프리스트레싱의 결합, 단면내 이종(異種)강도 재료의 혼용 등과 같은 공법을 채택하고 있다.

이러한 공법들은 거더제작을 위해서 현장인근에 별도의 제작장을 조성해야 하거나, 복잡한 제작 및 시공공정을 필요로 하게 되어 인건비를 포함한 공사비의 상승이 뒤따르

게 된다.

이들 공법과 달리 Hicom 라멘교는 현장기술자들에게 익숙한, 단순하면서도 숙달된 공정에 의해 교량을 완성할 수 있다

### 3.5 기타

본 공법은 받침 및 신축이음장치를 최소화 할 수 있어 유지관리에 유리하며, 평면선형 및 종단곡선의 제약을 받지 않기 때문에 현장여건에 부합하는 교량계획이 가능하다.

## 4. 맺음말

이상에서 설명한 바와 같이 Hicom 라멘교는 강합성구

조와 SRC합성구조를 혼합시킨 새로운 형식의 복합구조 교량으로서 다음과 같은 많은 장점을 지닌다.

- 1) 형고 1m 정도로서 하부공간 확보에 매우 유리하다.
- 2) 단순한 공정에 의해 교량완성이 가능하며, 선형조건에 제약을 받지 않아 시공성이 우수하다.
- 3) 받침과 신축이음 장치를 최소화 할 수 있어 생애주기 비용(LCC)의 절감이 가능하다.
- 4) 경량구조로서 하부구조 및 기초규모가 작고 내진 성능이 우수하다.
- 5) 용접 및 보강재의 생략으로 경제적이다.

끝으로 신 개념의 본 공법이 다양한 현장의 교량계획에 효과적으로 적용되기를 기대한다. 