



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0047720

(43) 공개일자 2013년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E01D 11/00 (2006.01) *E01D 11/04* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0043284

(22) 출원일자 2013년04월19일

심사청구일자 2013년04월19일

(71) 출원인

연정흠

인천광역시 연수구 한나루로158번길 31, 벽산빌리지 1동 202호 (옥련동)

(72) 발명자

연정흠

인천광역시 연수구 한나루로158번길 31, 벽산빌리지 1동 202호 (옥련동)

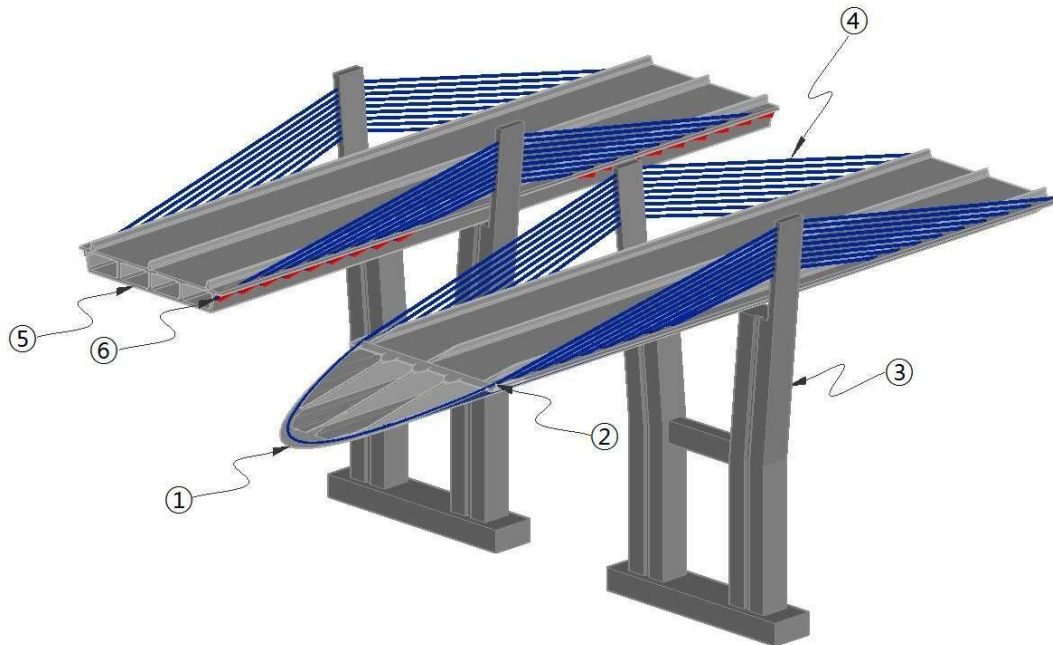
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 콘크리트 곡선형 박스단면을 가로질러 배치하는 방법에 의한 케이블의 거더 정착공법

(57) 요약

본 공법은 사장교 또는 엑스트라도즈드교와 같이 케이블에 지지되는 콘크리트 박스 거더에서 케이블의 거더 정착 방법에 대한 것이다. 기존의 거더 장착블록에는 케이블의 장력에 의해 큰 집중된 단면력이 발생하며, 이로 인해 정착블록이 손상될 수 있으며, 모멘트 분포의 불연속이 발생한다. 본 공법에서는 케이블을 곡선형 박스 단면 내에 설치된 덕트에 삽입하여 케이블이 곡선형 박스 단면을 가로질러 정착되도록 한다. 단면 내에서 케이블의 장력은 마찰에 의해 감소하나 케이블 장력은 케이블의 단면 내 삽입구간에서 분포된 단면력을 발생시킨다. 케이블 장력에 의한 단면 내 단면력은 단면의 폭에 대한 높이 비율과 케이블의 삽입각도에 의해 제어될 수 있어서 외부하중에 의한 모멘트 분포에 케이블 장력의 보다 효율적이 적용이 가능하다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

케이블 지지 콘크리트 박스 거더 교량의 복부와 하부 플랜지를 포물선 또는 반타원 및 부분 타원 등의 곡선 형태로 제작하고,

복부와 하부 플랜지의 내부 또는 이에 부착된 외부블록의 덕트를 단면의 횡방향(8)으로 곡선형태가 되고 교축방향(7)에 경사지도록 설치하고,

케이블을 이 덕트에 삽입하여 콘크리트 박스 거더의 횡단면을 가로질러 배치하는 방법으로 케이블을 거더에 정착하는 공법.

명세서

기술분야

[0001] 본 공법은 콘크리트 사장교(cable-stayed bridge) 또는 엑스트라도즈드교(extradosed bridge) 등과 같이 케이블에 의해 지지되는 콘크리트 교량에서 케이블(cable)의 거더(girder) 부분 정착에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 포물선 또는 반타원 및 타원의 일부 등의 곡선 모양인 콘크리트 박스(box) 단면의 복부(web)와 하부 플랜지(flange)를 통과하도록 케이블을 설치하는 방법으로 케이블을 거더에 정착하는 공법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 사장교는 교각에 주탑(main tower)에 케이블을 경사지게 설치하여 이 케이블이 거더를 지지하는 교량이며, 엑스트라도즈드교는 케이블의 장력과 편심량을 인의적으로 증가시켜서 거더의 모멘트와 축력을 증가시키는 교량이다. 이들 케이블 지지 교량은 100m 이상의 경간을 갖는 장대교의 경제적이고 수려한 미관의 설계를 가능하게 한다. 케이블 지지 교량의 케이블은 일반적으로 [도 1]과 같이 거더의 상부 플랜지 측면에 설치된 거더 정착블록(6)에 정착되며, 피로 및 진동 저감장치(특허문헌 1)가 사용되거나 삼각형 단면의 위 프랜지(특허문헌 2) 또는 초고성능 바닥판(특허문헌 3) 그리고 크랭크형 엣지 거더(특허문헌 5)에 직접 정착에서 정착되기도 한다. 하부 플랜지의 내부(특허문헌 4) 또는 외부(특허문헌 7)에 정착블록이 설치되는 경우도 있다. 주탑이 하나인 경우에는 상부 플랜지의 중심부에 정착블록이 설치(특허문헌 6)도 한다.

[0003] 그러나 정착블록을 사용한 기존의 케이블 거더 정착방법의 정착블록에는 [도 2]와 같이 케이블의 장력에 의한 연직방향과 교축방향으로 큰 집중 단면력(17)한다. 이 집중된 단면력을 지지하기 위해서 정착블록은 매우 정밀하게 설계되어야 하며, [도 2]의 정착블록의 위치에서 케이블 장력(4)에 의한 휨모멘트와 축하중의 급격히 변화로 하중의 불연속을 초래하게 된다. 특히 상대적으로 폭이 넓은 상부 프랜지 또는 슬래브의 외측면에 거더 정착블록이 설치되면 거더의 중심부의 아래 플랜지에 횡방향으로 큰 인장응력을 발생시킬 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) [문헌1] 국내출원 10-2011-0050274 2011.05.26
 (특허문헌 0002) [문헌2] 국내출원 10-2010-0043348 2010.05.10
 (특허문헌 0003) [문헌3] 국내출원 10-2009-0109012 2009.11.12
 (특허문헌 0004) [문헌4] 국내출원 10-2009-0094509 2009.10.06
 (특허문헌 0005) [문헌5] 국내출원 10-2008-0111566 2008.11.11
 (특허문헌 0006) [문헌6] 국내출원 10-2007-0128320 2007.12.11
 (특허문헌 0007) [문헌7] 국내출원 10-2007-0092214 2007.09.11

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 공법은 케이블 지지 교량의 콘크리트 곡선형 박스단면을 가로질러 케이블을 배치하는 공법으로, 기존의 케이블 거더 정착블록(6)에 발생하는 [도 2]의 집중된 단면력(17)을 단면 내에 분포된 단면력으로 분산시키고, 분포된 단면력을 제어할 수 있도록 하며, [도 8]의 아래 플랜지에 횡방향(8)으로 발생하는 인장력(21)을 최소화하여 케이블 지지 교량의 케이블 장력의 보다 효율적인 활용이 가능하도록 케이블을 거더에 정착하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 공법의 콘크리트 박스 거더 횡단면은 복부(web)와 하부 플랜지의 형태가 포물선 또는 반타원 및 부분 타원 등의 곡선형태이며, 복부와 하부 플랜지 내부 또는 이에 부착된 외부블록에 케이블의 배치가 가능하도록 쉬트(sheet)를 삽입하여 덕트(duct)를 만든다. 기존의 정착블록(6) 대신에 케이블 삽입부에 케이블의 원활한 각도 변화가 가능도록 방향변환블록(2)이 설치된다. 케이블의 장력(16)에 의해 콘크리트 박스 단면에 도입되는 케이블 축방향(10) 단위길이 단면력(18)은 [도 5]와 [도 6]의 상부 플랜지 폭(14)에 대한 케이블 평면 높이(12)의 비 그리고 부분 타원의 경우에는 [도 7]의 반타원 중심 높이(15)에 대한 케이블 평면의 높이(12)로 제어될 수 있으며, [도 8]의 교축방향(7)과 연직방향(9) 단위길이 단면력(19, 20)은 케이블 축방향 단위길이 단면력(18)과 케이블의 삽입각도로 제어할 수 있는 것이 본 공법의 특징이다.

발명의 효과

- [0007] [도 1]의 곡선 박스단면(1)의 케이블 방향 절단면과 같이 케이블 삽입부에 정착블록(6) 대신에 방향변환블록(2)을 설치하여 케이블을 곡선 박스단면의 복부와 하부 플랜지에 설치된 덕트를 통해 횡방향으로 가로질러 배치한 본 공법은 기존의 콘크리트 박스 거더의 정착블록에 케이블을 정착하는 공법에 비해 다음의 효과를 기대할 수 있다.
- [0008] 1. 케이블 삽입부 또는 방향변환블록(2)에서 케이블의 삽입각도의 조정으로 케이블 삽입부에 발생하는 집중된 단면력의 크기를 제어할 수 있다.
- [0009] 케이블의 삽입 직전과 직후의 케이블의 각도변화에 대한 방향변환블록(2)에서 평형조건(equilibrium condition)은 [도 2]와 같으며, 기존의 정착블록에서는 방향변환블록 통과 직후의 케이블 장력(16)이 없기 때문에 정착블록(6)에 상대적으로 큰 집중된 단면력(17)이 발생한다. 케이블의 각도가 변하지 않은 상태에서 케이블이 삽입되면 교축방향(7)과 연직방향(9)의 단면력은 발생하지 않으며, 방향변환블록(2)을 사용해서 단면 삽입부의 케이블 각도를 변화시키는 경우에도 교축 및 연직방향 단면력을 상당히 감소시킬 수 있다. 케이블 도입부에서 케이블 장력(4와 16)의 변화는 방향변환블록의 마찰계수와 케이블의 각도변화에 의해 계산된다.
- [0010] 2. 케이블 장력에 의한 곡선 단면의 단면력은 [도 3]과 같이 케이블의 삽입구간에서 연속적으로 분포하며, 하부 플랜지의 횡방향 인장력(21)을 최소화한다.
- [0011] [도 1]의 곡선형 박스거더의 절단면(1) 또는 케이블 평면에 케이블 축방향(10)과 횡방향(8)으로 작용하는 단위 길이당 단면력은 [도 3]과 같이 단면 전체에 분포한다. 높이방향(10)에 대한 횡방향(8) 단위길이 단면력(21)의 분포는 복부에서 비교적 일정한 압축을 보이며, 하부 플랜지의 중심부에 작은 인장력이 발생한다. 반면에 케이블 방향(10) 단위길이 단면력(18)의 횡방향(8) 분포는 하부 플랜지의 중심부에서 최대이고, 상부 플랜지의 삽입부로 갈수록 감소한다. [도 3]의 케이블에 의해 도입되는 단위길이 단면력의 분포는 [도 4]의 평형조건으로부터 유도되었으며, [도 4]의 (a)는 케이블의 법선 방향 단면력과 마찰에 의한 케이블 장력 변화에 의한 전단력이며, 이들 단위길이 축력과 전단력에 대한 텐서(tensor) 평형조건은 [도 4]의 (b)와 같고, [도 4] (c)의 축방향 단위 길이 단면력 식이 유도된다. [도 4]에서 탄젠트 값은 곡선함수의 일차 미분 값이며, 곡률반경은 곡선함수의 일차와 이차 미분 값으로부터 계산된다.
- [0012] 3. 케이블 축방향 단위길이 단면력(18)의 크기 및 분포는 [도 5~7]의 케이블 평면의 폭(11)에 대한 높이(12)의 비율로 제어될 수 있다.
- [0013] [도 5]는 상부 폭(11)과 케이블 평면의 높이(12)가 주어진 경우의 포물선 단면에 대한 케이블 축방향(10) 단위 길이 단면력(18)의 분포이다. 케이블의 경사각도가 크고 거더 높이가 작으면(작은 높이-폭 비) 전체 높이에 비

교적 등분포하는 경향을 보이며, 케이블의 경사각도가 작고 거더 높이가 크면(큰 높이-폭 비) 아래 플랜지에서 상당히 크고 상부 플랜지에서 상당히 작은 단위길이 단면력(18)이 도입된다. [도 5]와 [도 6]은 각각 반타원과 부분 타원 단면에 대한 케이블 축방향(10) 단위길이 단면력(18)이다. 반타원 단면의 경우 상부 플랜지의 케이블 삽입각도가 90도이기 때문에 상부 플랜지에 케이블 축방향(10) 단위길이 단면력(18)이 발생하지 않으며, 반타원 보다 작은 부분 타원이 사용되는 경우에도 [도 5]의 포물선 배에 대한 값보다 작다. 그러나 하부 플랜지의 단위 길이 단면력(18)은 반타원의 경우 포물선과 유사하며, 부분 타원의 경우에는 같은 높이-폭 비에 대해 큰 값이다.

[0014] 4. 케이블의 장력에 의한 교축방향과 연직방향 단위길이 단면력(19,20)은 케이블 삽입구간에서 연속적으로 분포하고, 이들 단면력의 분포모양은 케이블 축방향 단위길이 단면력(18)과 케이블 삽입각도로 제어될 수 있다.

[0015] 곡선형 박스 단면을 통과하는 케이블의 장력에 의한 교축방향(7)과 연직방향(9) 단위길이 단면력(19, 20)은 [도 8]과 같으며, [도 3]의 케이블 방향축 단위길이 단면력(19)과 케이블의 삽입각도에 따라 그 크기가 제어된다. 연직방향 단위길이 단면력(20)은 하부 플랜지에서 최대이고 케이블 삽입점(2)에서 최소로 케이블이 삽입된 구간 에 연속적으로 분포하며, 교축방향 단위길이 단면력(19)은 연직방향 단면력의 분포와 유사하나 보다 급격한 감소를 보인다.

도면의 간단한 설명

[0016] [도 1] 케이블이 가로지르는 곡선형 박스단면(1)과 기존의 거더 정착블록이 사용된 박스단면(5) 케이블 지지 교량의 비교

[도 2] 방향변환블록(2) 또는 거더 정착블록(6)에서 평형조건

[도 3] 케이블 평면의 케이블에 의해 도입되는 단위길이 단면력 분포

[도 4] 케이블 평면의 임의 위치에서 단위길이 단면력의 평형조건

[도 5] 포물선 단면에 도입되는 케이블 방향(10) 단위길이 단면력(18) 분포

[도 6] 반타원 단면에 도입되는 케이블 방향(10) 단위길이 단면력(18) 분포

[도 7] 부분 타원 단면에 도입되는 케이블 방향(10) 단위길이 단면력(18) 분포

[도 8] 케이블 장력에 의해 도입되는 교축(7) 및 연직(9) 방향 단위길이 단면력(19, 20) 분포

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 공법에 의한 케이블 지지 콘크리트 곡선형 박스 거더는 다음과 같이 실행된다.

[0018] 1. 케이블 지지 콘크리트 박스 거더의 설계단계에서 설계조건인 교량의 폭과 설계하중 및 케이블 장력에 대한 기존의 설계방법으로 단면의 높이를 결정하고, 콘크리트 박스 단면의 복부와 하부 플랜지를 포물선 또는 반타원 및 부분 타원 등의 곡선 형태로 단면을 설계한다.

[0019] 2. 최종상태에서 케이블 지지 교량에 예상되는 정모멘트와 부모멘트 분포의 저항 필요한 상부와 하부 플랜지의 단면력이 케이블 장력에 의해 도입될 수 있도록 케이블의 단면 내 삽입각도를 결정한다. 케이블 장력에 의한 단면 내 단위길이 단면력을 계산하고, 필요한 경우 단면의 높이와 케이블의 삽입각도 및 케이블 장력을 조정한다. 곡선 박스 단면의 복부와 하부 플랜지의 두께가 단위길이 단면력을 지지하기에 충분하지 않으면 단면의 내부 또는 외부에 부착된 추가 블록을 설치한다.

[0020] 3. 콘크리트 곡선형 박스 거더의 제작 단계에서는 복부와 하부 플랜지의 내부 또는 이에 부착된 외부블록에 쉬트를 삽입하여 케이블 삽입각도로 교축방향에 경사지고 횡방향으로 곡선형태인 덕트를 만들고, 케이블 삽입부에는 케이블의 각도변화가 원활하도록 방향변환블록을 설치한다.

[0021] 4. 곡선형 박스 거더가 설치되면 케이블을 덕트에 삽입한 후 케이블 주탑에서 필요한 케이블 장력을 도입한다.

부호의 설명

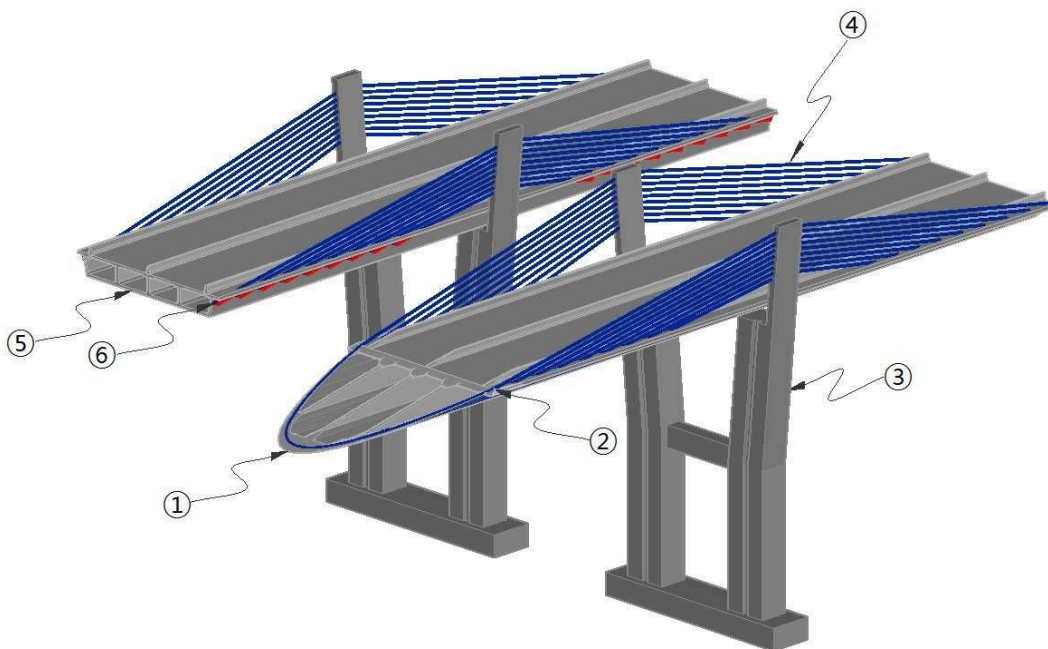
[0022] 1. 케이블이 가로지르는 곡선형 박스단면 거더(curved box girder)

2. 곡선형 박스단면 케이블 삽입부의 방향변환블록(deviation saddle)

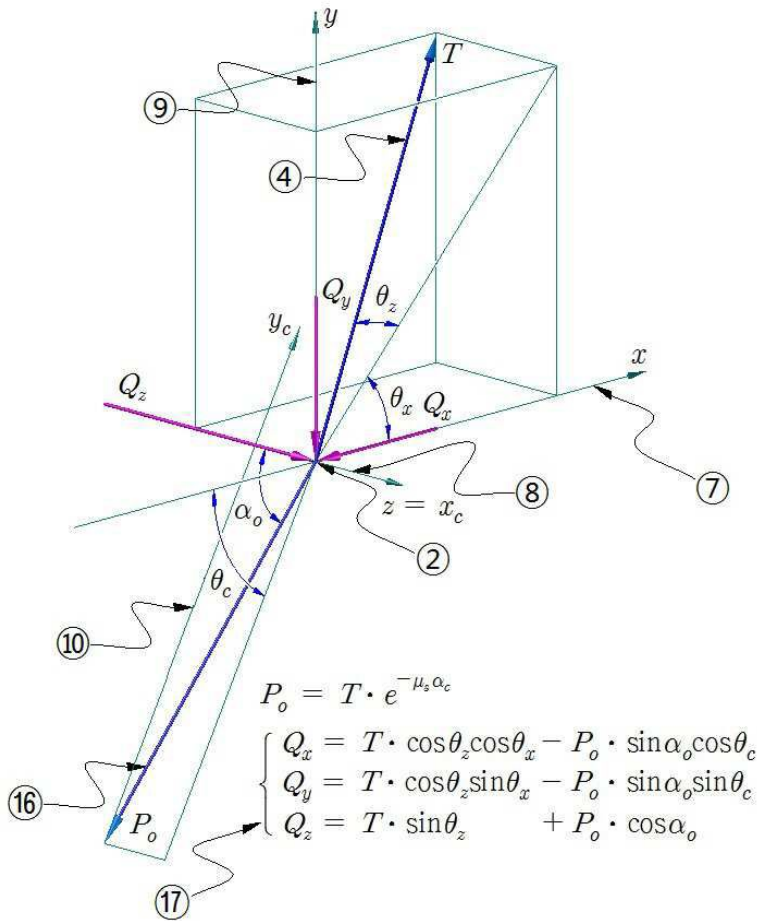
3. 케이블 주탑(main cable tower)
4. 케이블(cable)
5. 기존의 PS 콘크리트 박스거더(PS concrete box girder)
6. 케이블 거더 정착블록(girder anchorage block)
7. 교축(girder axis)
8. 횡-방향축(cross axis)
9. 연직축(vertical axis)
10. 케이블축(cable axis)
11. 케이블 평면 폭(width of cable plane)
12. 케이블 평면 높이(height of cable plane)
13. 거더 높이(height of girder)
14. 타원의 중심 폭(width of ellipse)
15. 반타원의 중심 높이(height of half ellipse)
16. 방향변환블록(2) 통과 후 케이블 장력
17. 케이블 삽입부(2 또는 6)의 단면력
18. 케이블 방향(10) 단위길이 단면력
19. 교축방향(7) 단위길이 단면력
20. 연직방향(9) 단위길이 단면력
21. 횡방향(8) 단위길이 단면력

도면

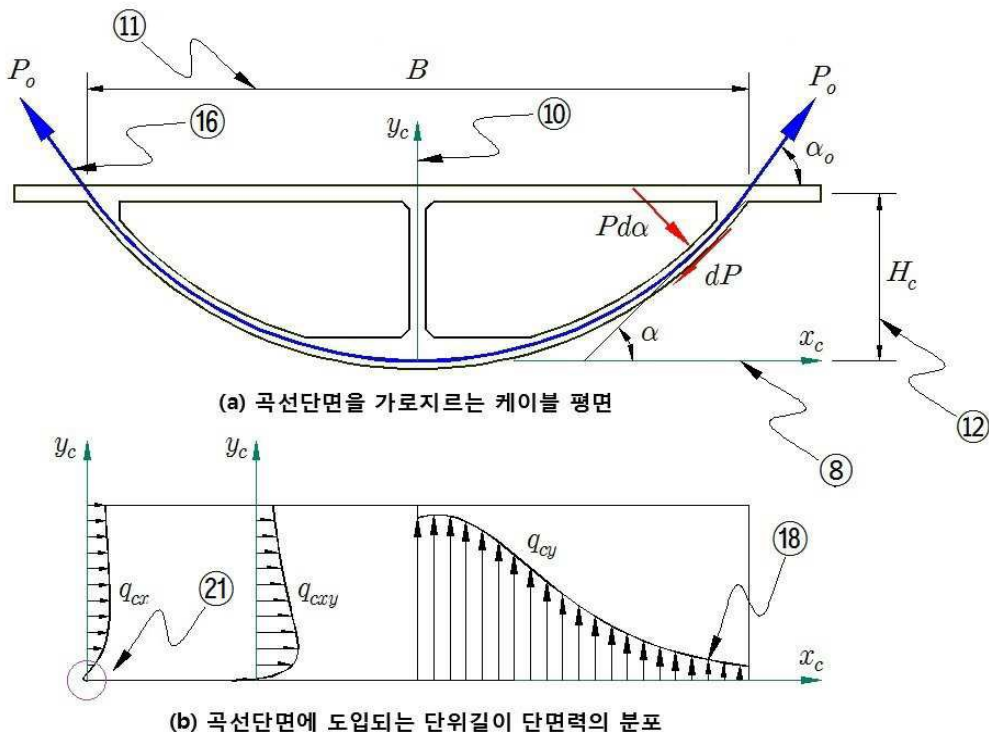
도면1



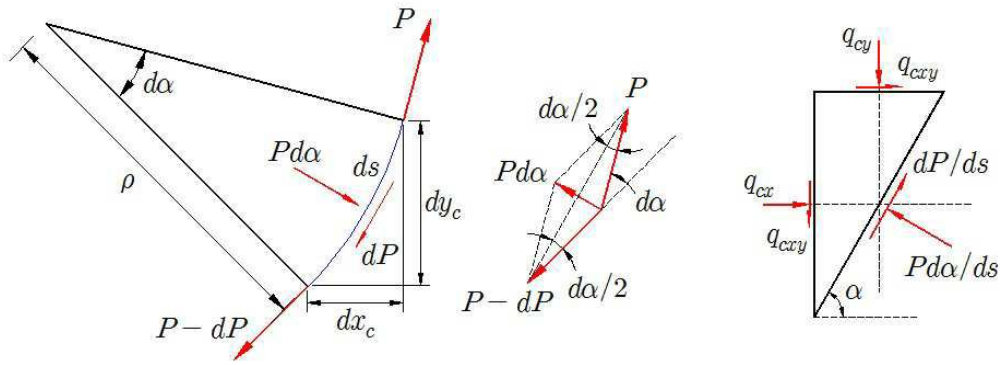
도면2



도면3



도면4



(a) 마찰에 의한 케이블 인장력 변화

(b) 케이블 평면의 단위길이 단면력

$$P = P_o \cdot e^{-(\mu\Delta\alpha + K\Delta s)}$$

$$q_{sn} = P \frac{d\alpha}{ds} = \frac{P}{\rho}$$

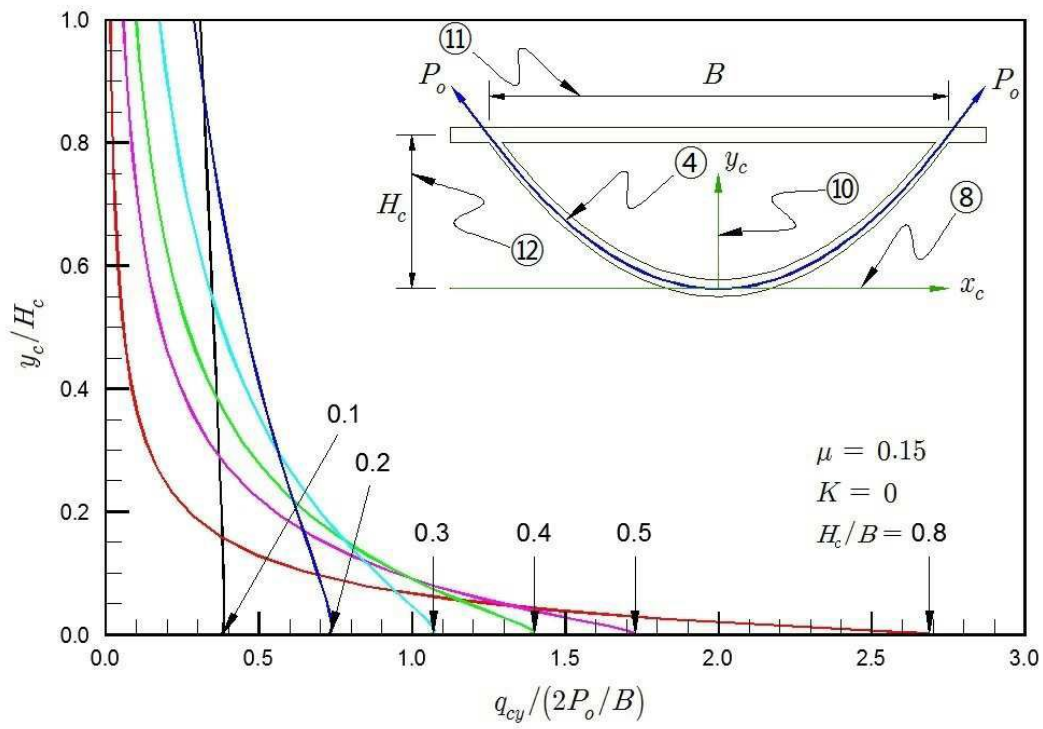
$$q_{st} = \frac{dP}{ds} = \left(\frac{\mu}{\rho} + K \right) P$$

$$\begin{bmatrix} q_{cx} \\ q_{cy} \\ q_{cxy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin^2\alpha & \cos^2\alpha & -2\sin\alpha\cos\alpha \\ \cos^2\alpha & \sin^2\alpha & 2\sin\alpha\cos\alpha \\ \sin\alpha\cos\alpha & -\sin\alpha\cos\alpha & \sin^2\alpha - \cos^2\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_{sn} \\ 0 \\ q_{st} \end{bmatrix}$$

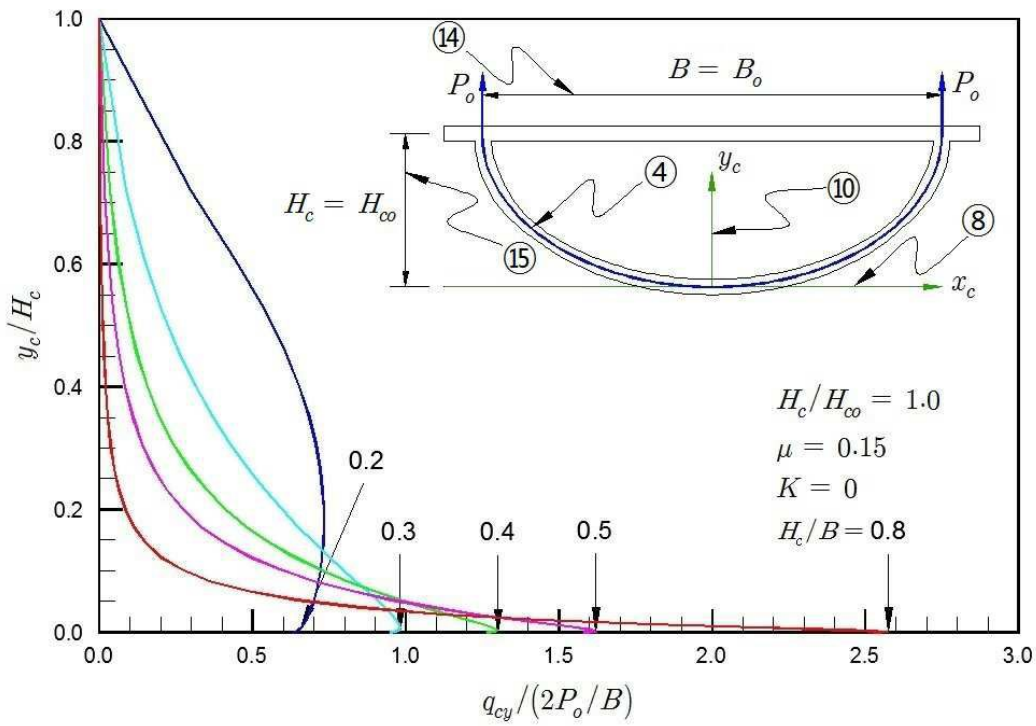
$$= \frac{P}{1 + \tan\alpha} \begin{bmatrix} \frac{\tan^2\alpha}{\rho} - 2\left(\frac{\mu}{\rho} + K\right)\tan\alpha \\ \frac{1}{\rho} + 2\left(\frac{\mu}{\rho} + K\right)\tan\alpha \\ \frac{\tan\alpha}{\rho} + \left(\frac{\mu}{\rho} + K\right)(\tan^2\alpha - 1) \end{bmatrix}$$

(c) 케이블 평면 축방향 단위길이 단면력 유도

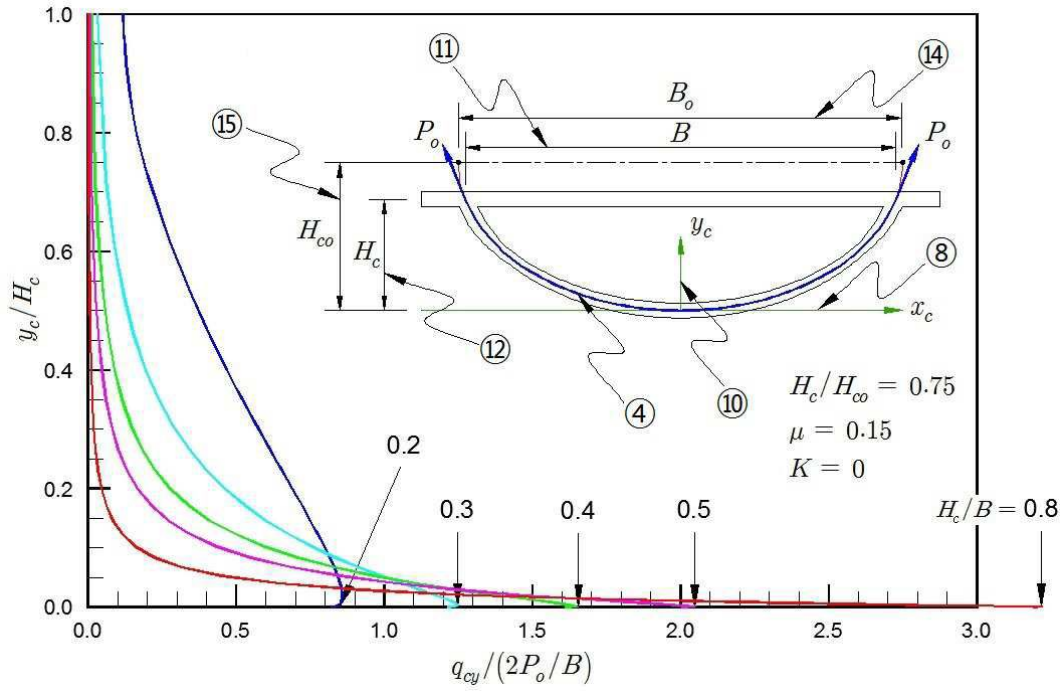
도면5



도면6



도면7



도면8

