

# 토폴로지 독립 구성 - 루프 프리 대체

## 목차

[소개](#)

[사전 요구 사항](#)

[요구 사항](#)

[사용되는 구성 요소](#)

[배경 정보](#)

[IP-Fast Reroute](#)

[TI-LFA](#)

[PQ 노드](#)

[구성](#)

[ISIS](#)

[OSPF](#)

[다음을 확인합니다.](#)

[복구 노드는 LFA\(Direct Neighbor\)입니다.](#)

[복구 노드는 PQ 노드\(rLFA\)입니다.](#)

[Repair는 Q 노드, TI-LFA\(Last P Node\)의 인접 디바이스입니다.](#)

[문제 해결](#)

[관련 정보](#)

## 소개

이 문서에서는 세그먼트 라우팅에서 Topology Independent - Loop Free Alternate(TI-LFA)를 구성하는 방법에 대해 설명합니다. Cisco IOS® XR의 TI-LFA 컨피그레이션 및 확인에 중점을 둡니다.

## 사전 요구 사항

### 요구 사항

다음 주제에 대한 지식을 보유하고 있으면 유용합니다.

- 세그먼트 라우팅 및 구성 지식
- Cisco IOS XR

### 사용되는 구성 요소

이 문서의 정보는 Cisco IOS XR를 기반으로 합니다.

이 문서의 정보는 특정 랩 환경의 디바이스를 토대로 작성되었습니다. 이 문서에 사용된 모든 디바이스는 초기화된(기본) 컨피그레이션으로 시작되었습니다. 네트워크가 작동 중인 경우 모든 명령의 잠재적인 영향을 이해해야 합니다.

# 배경 정보

## IP-Fast Reroute

- 기존 LFA는 대부분의 현재 네트워크의 모든 대상을 보호할 수 없습니다.LFA의 제한은 하나 이상의 LFA가 존재하더라도 최적의 LFA가 항상 제공되지 않을 수 있다는 것입니다.
- 원격 LFA(rLFA)는 적용 범위를 대상의 90~95%까지 확장하지만, 항상 가장 원하는 복구 경로를 제공하지는 않습니다.RLFA는 또한 LLFA 트래픽을 보호하기 위해 RLFA에 대상 LDP 세션이 필요할 경우 운영 복잡성을 가중시킵니다.

TI-LFA는 IPFRR 솔루션의 단순성을 유지하면서 이러한 제한 사항에 대한 솔루션을 제공합니다.

## TI-LFA

세그먼트 라우팅의 TI-LFA는 기존 LFA 경로 계산에서 전에는 가능하지 않았던 FRR(Fast Reroute)의 과제를 해결합니다.

TI-LFA는 세그먼트 라우팅 기반 LFA FRR이며 다음과 같은 이점을 제공합니다.

- 단순성
- 완전히 자동화됨
- 직접 LDP 세션 없음
- RSVP-TE 터널 없음
- 중분 배포
- 컨버전스 이후 경로를 따라 최적의 백업 경로
- 일시적인 혼잡 및 최적 상태가 아닌 라우팅 방지

FRR이 활성화되지 않으면 RIB에 설치된 백업 경로가 없습니다.

```
RP/0/0/CPU0:R1#show route 192.0.2.6
Routing entry for 192.0.2.6/32
Known via "isis 111", distance 115, metric 30, labeled SR, type level-2
Routing Descriptor Blocks
198.51.100.2, from 192.0.2.6, via GigabitEthernet0/0/0/0
Route metric is 30
No advertising protos.
```

## PQ 노드

LFA 및 TI-LFA는 복구 경로를 계산하는 동안 P space, Q space 또는 PQ 노드 등의 용어를 사용합니다. 자세한 내용은 확인 섹션에서 확인할 수 있습니다.

**P 공간:** SPT(Shortest Path Tree) 알고리즘에 따라 컨버전스 전 상태의 실패한 경로를 거치지 않고 R1이 도달할 수 있는 라우터 세트.

**Q 공간:** SPT 알고리즘에 따라 컨버전스 전 상태의 실패한 경로를 거치지 않고 R6에 도달할 수 있는 라우터 세트.

**PQ 공간:** R1의 P 공간과 R6의 Q 공간이 교차합니다.

# 구성

IGP(ISIS(Intermediate System-to-Intermediate System), OSPF(Open Shortest Path First)) 인터페이스 컨피그레이션 모드에서 TI-LFA를 활성화하기 위한 간단한 CLI입니다.

## ISIS

```
router isis 111
interface GigabitEthernet0/0/0/0
address-family ipv4 unicast
fast-reroute per-prefix
fast-reroute per-prefix ti-lfa
```

## OSPF

```
router ospf 111
area 0
interface GigabitEthernet0/0/0/0
fast-reroute per-prefix
fast-reroute per-prefix ti-lfa enable
```

## 다음을 확인합니다.

이 섹션을 사용하여 컨피그레이션이 제대로 작동하는지 확인합니다.

## 복구 노드는 LFA(Direct Neighbor)입니다.

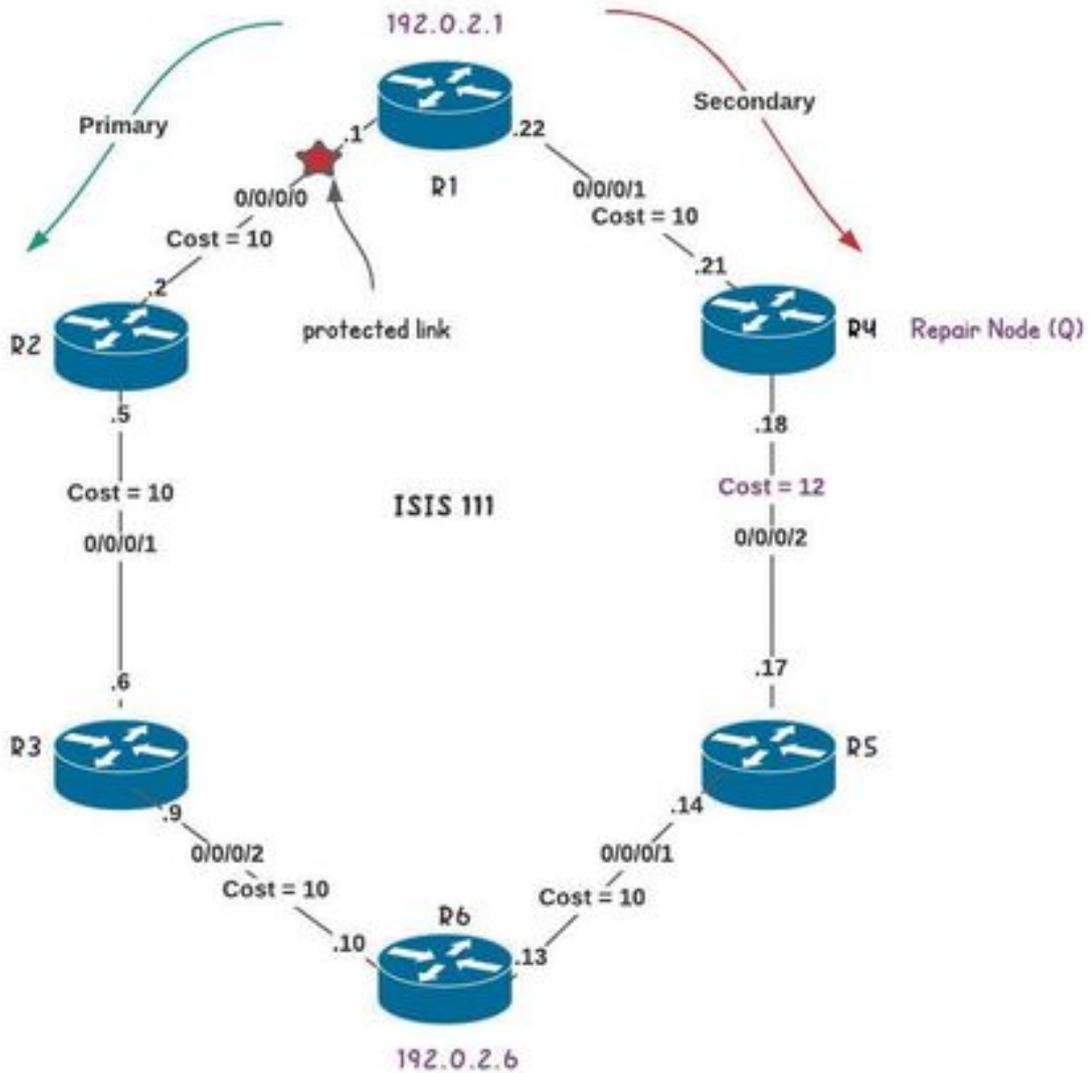
R1(192.0.2.1)은 일반적으로 R6(192.0.2.6)에 대한 최소 비용 경로를 계산하고 RIB에 설치합니다. 트래픽은 R1 —R2 — R3 — R6(기본 경로)을 통해 R1에서 R6로 전달됩니다.

LFA가 없는 경우 R1 —~~x~~— R2 간에 링크 장애가 발생하면 R1 > R6 간의 트래픽은 R1이 다시 계산되고 R4를 통해 다른 경로를 찾을 때까지 몇 밀리초 동안 삭제됩니다.

LFA가 활성화된 경우 R1은 R4를 통해 R6에 대한 경로를 백업으로 사전 설치합니다.

이 기준은 LFA의 경우 백업 경로 설치를 충족해야 합니다.

- R6에 대한 R4 최소 비용 경로는 R1을 통해서는 안 됩니다.
- R4에서 R6까지의 총 비용은 이미지에 표시된 대로 현재 기본 경로(예: R1 > R6의 비용)보다 낮아야 합니다.



```
RP/0/0/CPU0:R1#show route 192.0.2.6/32
```

```
Routing entry for 192.0.2.6/32
```

```
Known via "isis 111", distance 115, metric 30, labeled SR, type level-2
```

```
Routing Descriptor Blocks
```

```
198.51.100.2, from 192.0.2.6, via GigabitEthernet0/0/0/0, Protected !Primary Path
```

```
Route metric is 30
```

```
198.51.100.21, from 192.0.2.6, via GigabitEthernet0/0/0/1, Backup (Local-LFA) !Backup Path
```

```
Route metric is 32
```

```
No advertising protos.
```

```
RP/0/0/CPU0:R1#show isis fast-reroute 192.0.2.6/32 detail
```

```
L2 192.0.2.6/32 [30/115] medium priority
```

```
via 198.51.100.2, GigabitEthernet0/0/0/0, R2, SRGB Base: 48000, Weight: 0
```

```
FRR backup via 198.51.100.21, GigabitEthernet0/0/0/1, R4, SRGB Base: 48000, Weight: 0, Metric: 32
```

```
P: No, TM: 32, LC: No, NP: Yes, Yes, SRLG: Yes
```

```
src R6.00-00, 192.0.2.6, prefix-SID index 6, R:0 N:1 P:0 E:0 V:0 L:0
```

```
RP/0/0/CPU0:R1#show cef 192.0.2.6/32 detail
```

```
192.0.2.6/32, version 1056, labeled SR, internal 0x1000001 0x81 (ptr 0xa12dbd34) [1], 0x0 (0xa12c12fc), 0xa28 (0xa170e1dc)
```

```
local adjacency 198.51.100.2
```

```
Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 1
```

```
via 198.51.100.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0, 11 dependencies, weight 0, class 0, protected
[flags 0x400]
path-idx 0 bkup-idx 1 NHID 0x0 [0xa175c4b8 0x0]
next hop 198.51.100.2/32
local label 48006 labels imposed {48006}
```

```
via 198.51.100.21/32, GigabitEthernet0/0/0/1, 11 dependencies, weight 0, class 0, backup (Local-
LFA) [flags 0x300]
path-idx 1 NHID 0x0 [0xa166e338 0x0]
next hop 198.51.100.21/32
local adjacency
local label 48006 labels imposed {48006}
Load distribution: 0 (refcount 2)
Hash OK Interface Address
0 Y GigabitEthernet0/0/0/0 198.51.100.2
```

## **복구 노드는 PQ 노드(rLFA)입니다.**

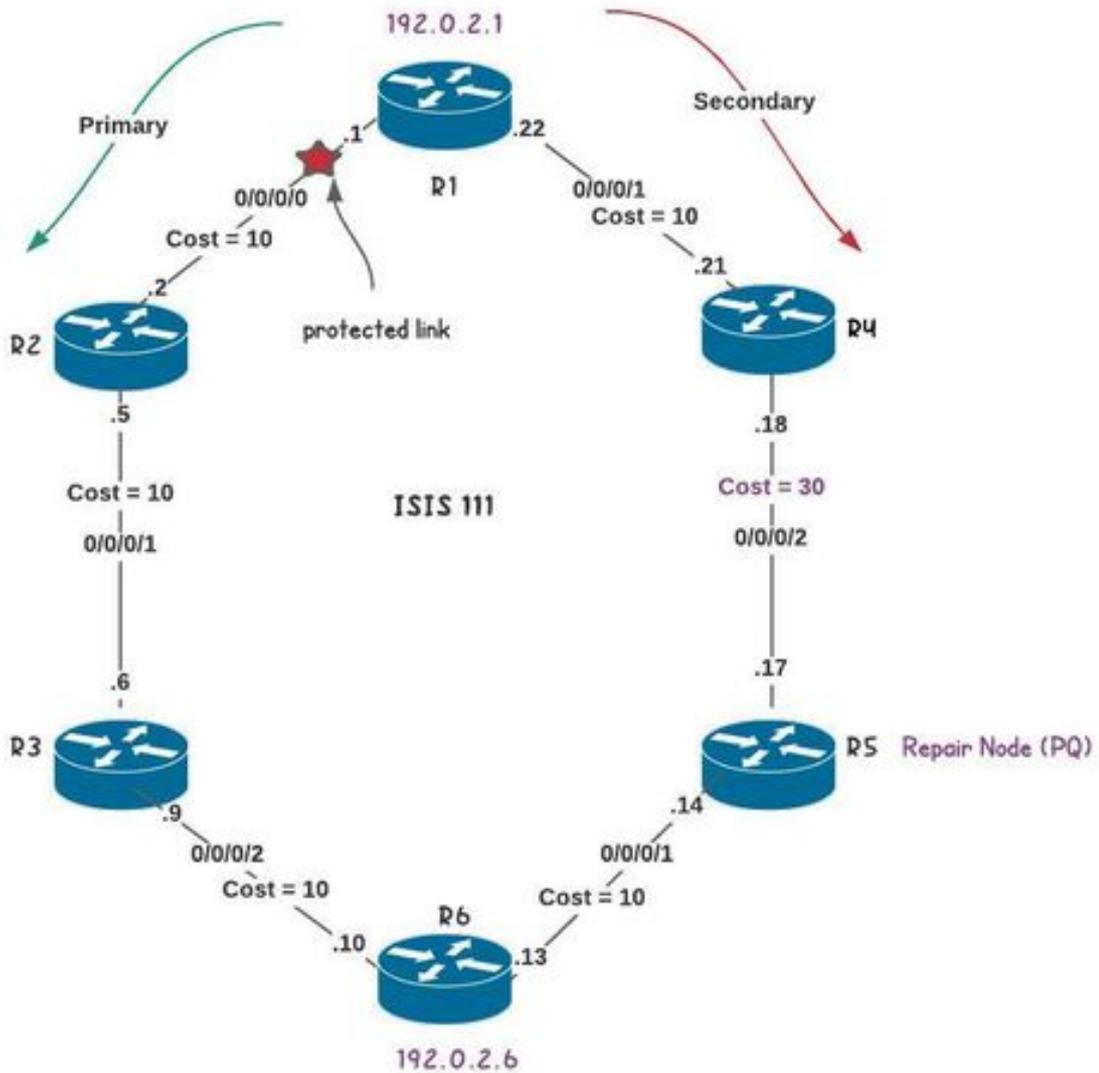
대부분의 경우 LFA 복구 경로를 사용할 수 없습니다(앞서 설명한 조건을 충족할 수 없기 때문).

LFA는 PQ 노드를 식별할 때 R1에 인접 디바이스가 아닌 경우에도 복구 노드로 작동할 노드를 선택하여 LFA의 제한 사항을 해결합니다.

R1의 P-Space에는 컨버전스 이전 상태에서  $R1 > R2$ 를 거치지 않고 R1이 도달할 수 있는 모든 노드가 포함됩니다(모든 접두사가 설치되고 추가 업데이트가 남아 있지 않으면 상태가 달성됨).

R6의 Q-스페이스에는  $R1 > R2$ 를 통합 전 상태로 이동하지 않고도 R6에 도달할 수 있는 모든 노드가 포함됩니다.

R5는 P 및 Q-스페이스의 일부인 유일한 노드이므로, R5는 PQ 노드로 선택되며 이미지에 표시된 대로 링크  $R1 > R2$ 에 대한 복구 노드로 작동합니다.



참고:LFA 동작을 시연하기 위해 메트릭이 12에서 30(R4 — R5)으로 변경되었습니다.

```
RP/0/0/CPU0:R1#show route 192.0.2.6/32
Routing entry for 192.0.2.6/32
Known via "isis 111", distance 115, metric 30, labeled SR, type level-2
Routing Descriptor Blocks
198.51.100.2, from 192.0.2.6, via GigabitEthernet0/0/0/0, Protected !Primary path
Route metric is 30
198.51.100.21, from 192.0.2.6, via GigabitEthernet0/0/0/1, Backup (TI-LFA) !Backup path
Repair Node(s): 192.0.2.5
Route metric is 50
No advertising protos.
```

```
RP/0/0/CPU0:R1#show isis fast-reroute 192.0.2.6/32 detail
L2 192.0.2.6/32 [30/115] medium priority
via 198.51.100.2, GigabitEthernet0/0/0/0, R2, SRGB Base: 48000, Weight: 0
Backup path: TI-LFA (link), via 198.51.100.21, GigabitEthernet0/0/0/1 R4, SRGB Base: 48000,
Weight: 0
P node: R5.00 [192.0.2.5], Label: 48005
Prefix label: 48006
Backup-src: R6.00
P: No, TM: 50, LC: No, NP: No, No, SRLG: Yes
```

src R6.00-00, 192.0.2.6, prefix-SID index 6, R:0 N:1 P:0 E:0 V:0 L:0

RP/0/0/CPU0:R1#show cef 192.0.2.6/32 detail

192.0.2.6/32, version 1166, labeled SR, internal 0x1000001 0x81 (ptr 0xa12dc41c) [1], 0x0 (0xa12c19e0), 0xa28 (0xa170e1b0)  
local adjacency 198.51.100.2

via 198.51.100.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0, 10 dependencies, weight 0, class 0, protected [flags 0x400]

path-idx 0 bkup-idx 1 NHID 0x0 [0xa175c4b8 0x0]

next hop 198.51.100.2/32

local label 48006 labels imposed {48006}

via 198.51.100.21/32, GigabitEthernet0/0/0/1, 10 dependencies, weight 0, class 0, backup (TI-LFA) [flags 0xb00]

path-idx 1 NHID 0x0 [0xa166e338 0x0]

next hop 198.51.100.21/32, Repair Node(s): 192.0.2.5

local adjacency

local label 48006 labels imposed {48005 48006}

Load distribution: 0 (refcount 3)

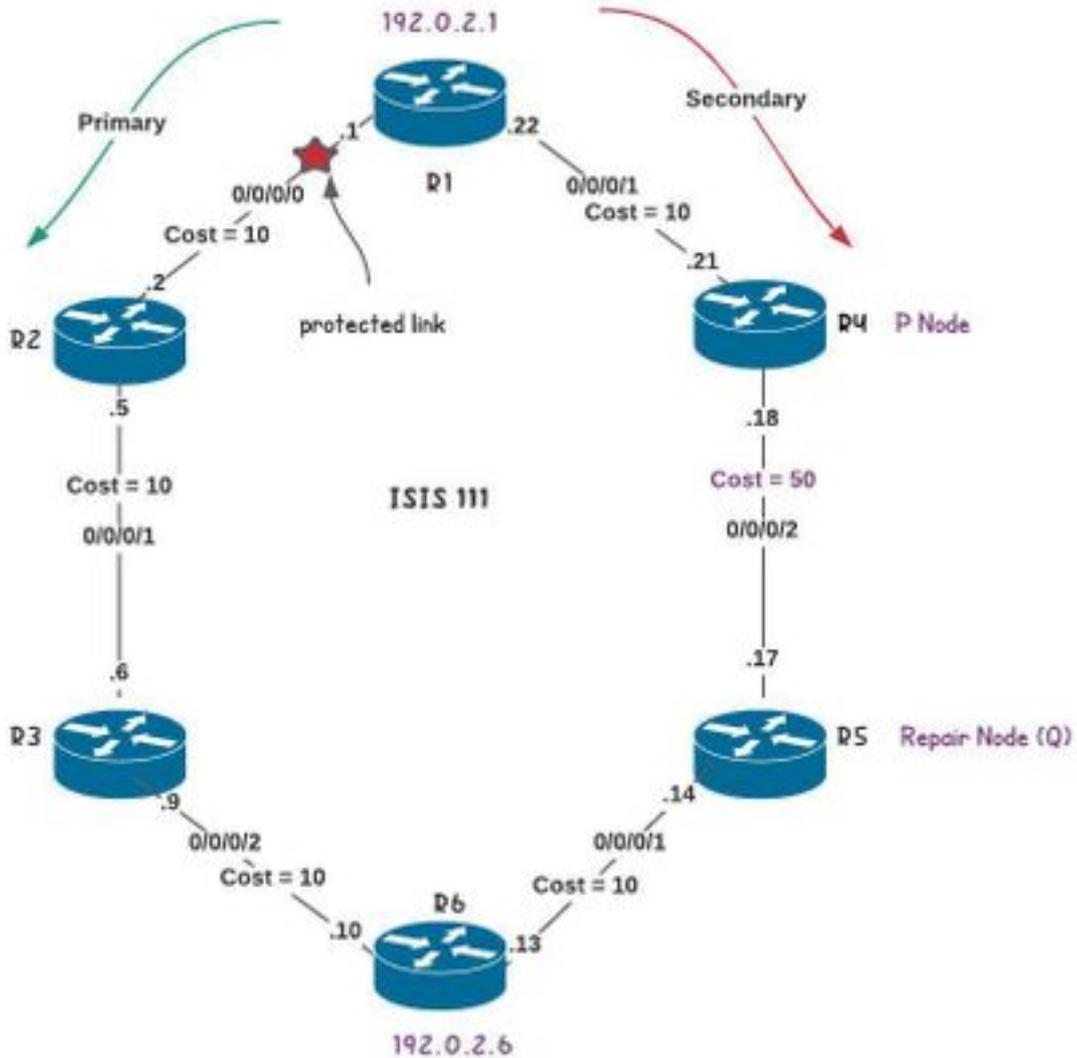
Hash OK Interface Address

0 Y GigabitEthernet0/0/0/0 198.51.100.2

## Repair는 Q 노드, TI-LFA(Last P Node)의 인접 디바이스입니다.

LFA는 R4 > R5 사이의 메트릭을 50으로 올리면 보호를 제공할 수 없습니다. 링크 R1 > R2에 대한 R1의 PSpace에는 R3만 포함됩니다. 링크 R1 > R2에 대한 R6의 QSpace에는 R3, R4 및 R5가 포함되어 있습니다. 복구 노드를 사용할 수 없습니다.

따라서 LFA도 모든 네트워크 토폴로지에서 백업 경로를 보장하지 않습니다. TI-LFA는 RFA의 제한 사항을 해결하고 이미지에 표시된 것처럼 링크 R1 > R2에 대한 백업 경로를 제공합니다.



참고:세그먼트 라우팅 TI-LFA 동작(rLFA에서는 가능하지 않음)을 보여주기 위해 메트릭이 30에서 50(R4 — R5)으로 변경되었습니다.

```
RP/0/0/CPU0:R1#show route 192.0.2.6/32
Routing entry for 192.0.2.6/32
Known via "isis 111", distance 115, metric 30, labeled SR, type level-2
Routing Descriptor Blocks
198.51.100.2, from 192.0.2.6, via GigabitEthernet0/0/0/0, Protected !Primary Path
Route metric is 30
198.51.100.21, from 192.0.2.6, via GigabitEthernet0/0/0/1, Backup (TI-LFA) !Backup Path
Repair Node(s): 192.0.2.4, 192.0.2.5
Route metric is 70
No advertising protos.
```

```
RP/0/0/CPU0:R1#show isis fast-reroute 192.0.2.6/32 detail
L2 192.0.2.6/32 [30/115] medium priority
via 198.51.100.2, GigabitEthernet0/0/0/0, R2, SRGB Base: 48000, Weight: 0
Backup path: TI-LFA (link), via 198.51.100.21, GigabitEthernet0/0/0/1 R4, SRGB Base: 48000,
Weight: 0
P node: R4.00 [192.0.2.4], Label: ImpNull
Q node: R5.00 [192.0.2.5], Label: 24003
Prefix label: 48006
```

```
Backup-src: R6.00
P: No, TM: 70, LC: No, NP: No, No, SRLG: Yes
src R6.00-00, 192.0.2.6, prefix-SID index 6, R:0 N:1 P:0 E:0 V:0 L:0
```

```
RP/0/0/CPU0:R1#show cef 192.0.2.6/32 detail
```

```
192.0.2.6/32, version 1192, labeled SR, internal 0x1000001 0x81 (ptr 0xa12dc41c) [1], 0x0
(0xa12c165c), 0xa28 (0xa170e310)
local adjacency 198.51.100.2
```

```
via 198.51.100.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0, 12 dependencies, weight 0, class 0, protected
[flags 0x400]
```

```
path-idx 0 bkup-idx 1 NHID 0x0 [0xa175c170 0xa175c4b8]
```

```
next hop 198.51.100.2/32
```

```
local label 48006 labels imposed {48006}
```

```
via 198.51.100.21/32, GigabitEthernet0/0/0/1, 12 dependencies, weight 0, class 0, backup (TI-
LFA) [flags 0xb00]
```

```
path-idx 1 NHID 0x0 [0xa166e16c 0xa166e338]
```

```
next hop 198.51.100.21/32, Repair Node(s): 192.0.2.4, 192.0.2.5
```

```
local adjacency
```

```
local label 48006 labels imposed {ImplNull 24003 48006}
```

```
Load distribution: 0 (refcount 7)
```

```
Hash OK Interface Address
```

```
0 Y GigabitEthernet0/0/0/0 198.51.100.2
```

```
RP/0/0/CPU0:R1#
```

## 문제 해결

이 섹션에서는 컨피그레이션 문제를 해결하는 데 사용할 수 있는 정보를 제공합니다.

참조; [세그먼트 라우팅 문제 해결 - Cisco Systems](#)

## 관련 정보

- [세그먼트 라우팅 소개 - Cisco Systems](#)
- [Segment Routing Technology 심층 분석 및 고급 활용 사례 - Cisco Systems](#)
- [기술 지원 및 문서 - Cisco Systems](#)