DEEP-CV-8-01-4V

KOICA Korea International Cooperation Agency

Khóa đào tạo chuyên ngành tại Việt Nam

TỔNG QUAN VỀ QUÁ TRÌNH THIẾT KẾ CƠ SỞ & BẢN VẼ THIẾT KẾ CHI TIẾT ĐỐI VỚI ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC

Ngày 6 – 10 tháng 8 năm 2018

TS. Kiwon LEE

KRRI Korea Railroad Research Institute
KORAIL
KOTI THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE

Chương 6

Tổng quan về quá trình thiết kế cơ sở

Các mục chính của quá trình thiết kế OCS

- **Phân tích các đặc tính tĩnh của OCS**
  - Vận tốc truyền sóng
  - Độ đàn hồi của hệ thống dây tiếp điện trên không
  - Cấu hình chồng lấn

- **Phân tích các đặc tính động của OCS**
  - Các đặc điểm của khung lấy điện
  - Mô phỏng động

  → Xác định lực kéo cho dây tiếp xúc và dây chịu tải

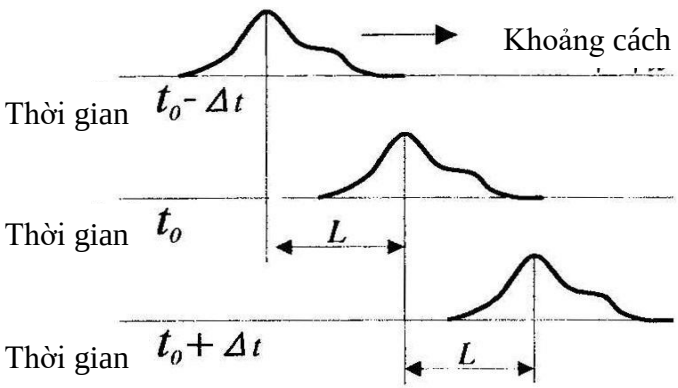
  → Cấu hình trong một khẩu độ (ví dụ: Độ dài khẩu độ tiêu chuẩn, pre-sag, phân bố bộ thả treo)

- **Mục quy định đối với một quá trình thiết kế chi tiết**
  - Xác định kích thước cột và bệ móng
  - Tính toán chiều dài khẩu độ tối đa theo bán kính đường cong
  - Tính toán chiều dài kéo căng tối đa.
  - Thiết kế của OCS cho dòng thực

Tốc độ truyền sóng (1)

- **Diện tích mặt cắt ngang và lực căng của dây tiếp xúc phải được lựa chọn phù hợp với tốc độ tàu để tính năng thu dòng điện tốt.**
- **Vận tốc truyền sóng (c) phải đủ cao.**

  - C → tốc độ để truyền sóng
  - Vì vậy, dây tiếp xúc nên được kéo căng hơn và nhẹ hơn.
- **Để xác định lực kéo căng thích hợp của dây, cần xem xét mối quan hệ giữa tốc độ tàu và tốc độ truyền của dây tiếp điện.**



Tốc độ truyền sóng $= \dfrac{L}{\Delta t}$

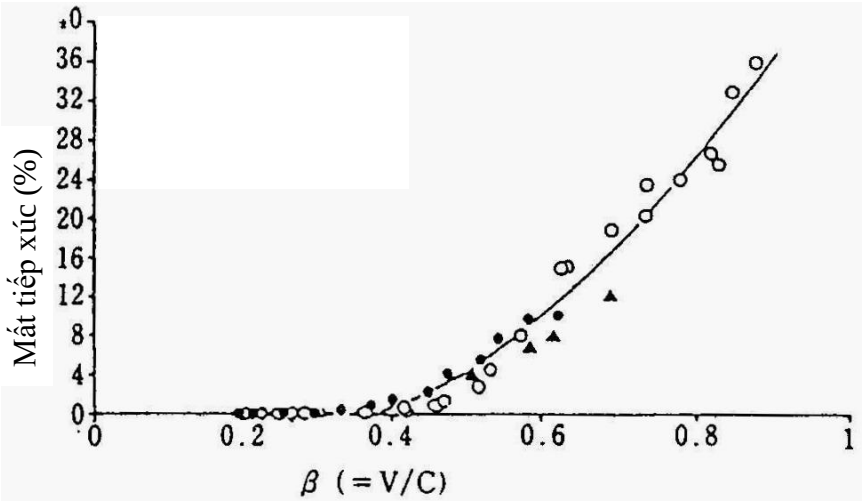
$$C\ [m/s] = \sqrt{\frac{Lực\ kéo\ của\ dây\ tiếp\ xúc\ [N]}{Khối\ lượng\ đơn\ vị\ của\ dây\ tiếp\ xúc\ [kg/m]}}$$

$$\beta = \frac{Tốc\ độ\ tàu}{Tốc\ độ\ truyền\ sóng} * 100\%$$

Tốc độ truyền sóng (2)

- **Khi tốc độ của tàu tiệm cận tốc độ truyền sóng của dây, sự mất tiếp xúc... được tạo ra theo cấp số nhân.**

- **Xem xét khía cạnh này, tiêu chuẩn đường sắt Châu Âu EN50119 yêu cầu tốc độ tối đa của tàu phải nhỏ hơn 70% tốc độ truyền sóng của tuyến đường**

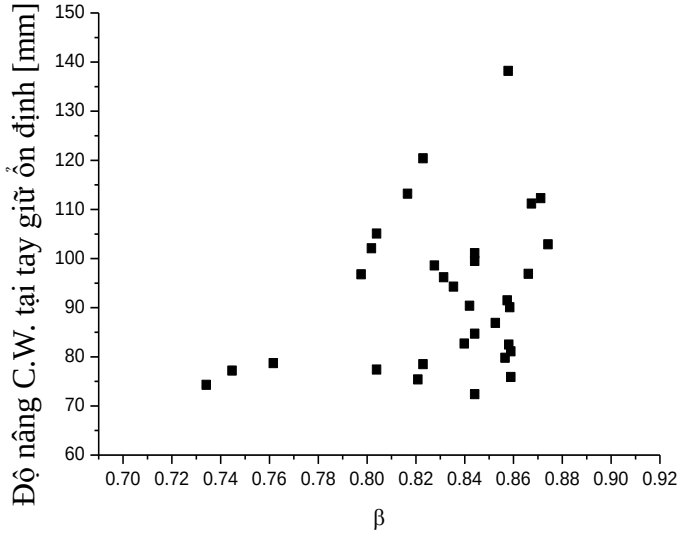


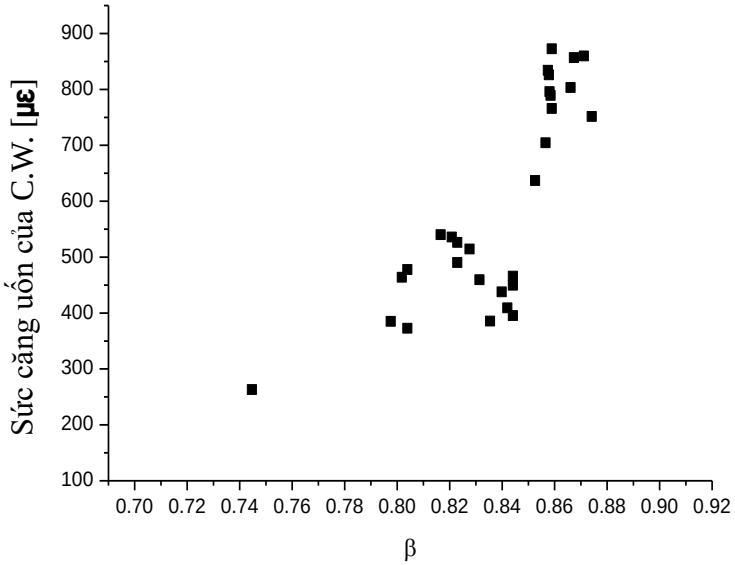
Kết quả thử nghiệm tại Nhật Bản

Tốc độ truyền sóng (3)

- **Các kết quả thử nghiệm tốc độ với tàu HEMU-430 tại Hàn Quốc**

  - Tốc độ tối đa 420km/h



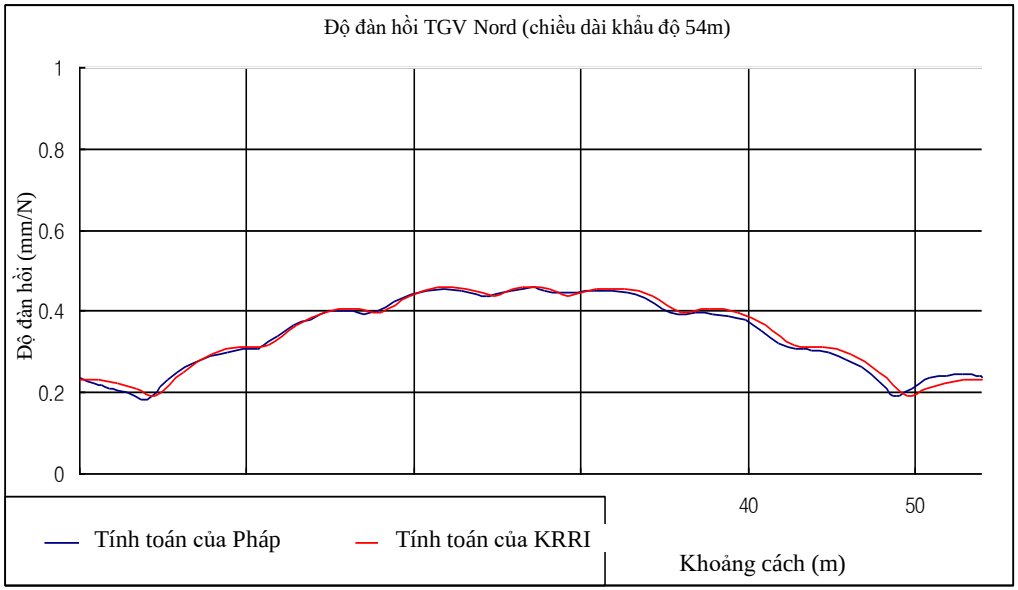


Tuyến	V [km/h]	C [km/h]	b
KTX	300	441	0.68
TGV-East	350	503	70
ICE250	250	426	0.59

Độ đàn hồi (1)

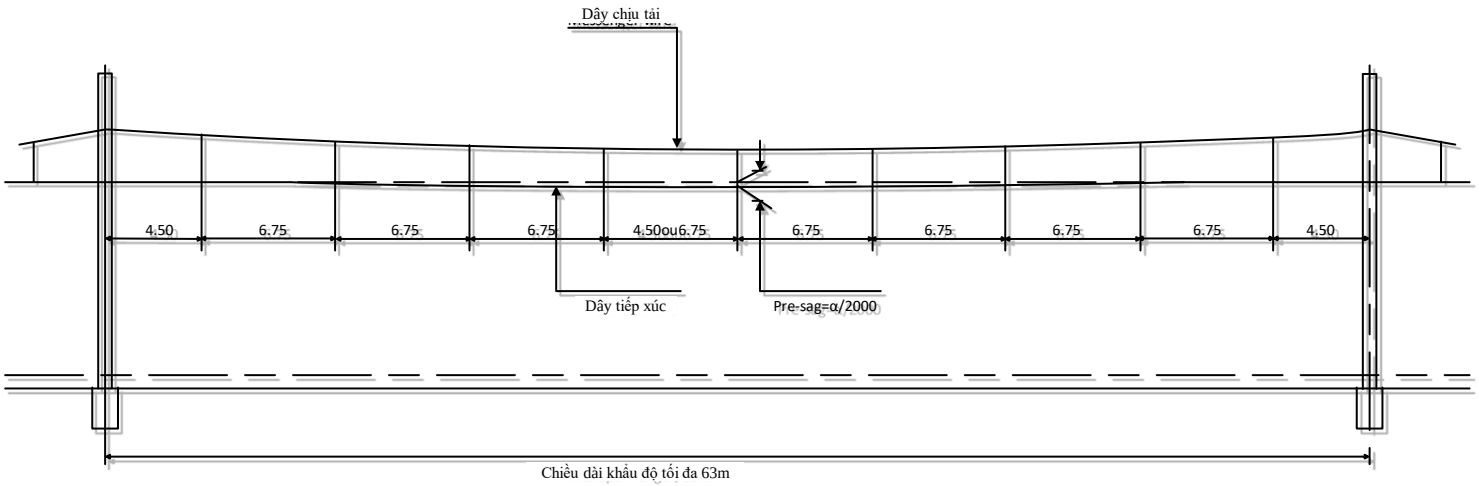
- **So sánh tương đối giữa các hệ thống trong cùng chiều dài khẩu độ**
- **Không đàn hồi (U) :** U thấp hơn, hiệu quả hơn

$$U = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \times 100\%$$

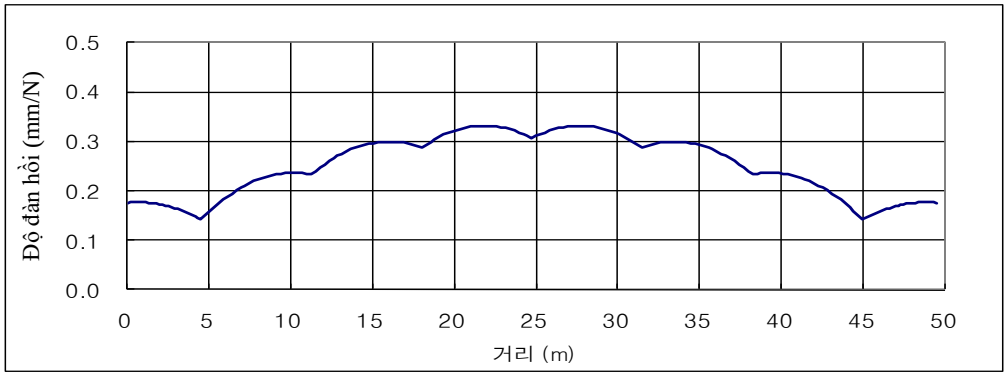


Độ đàn hồi (2)

➢ **Phân bố bộ thả treo**



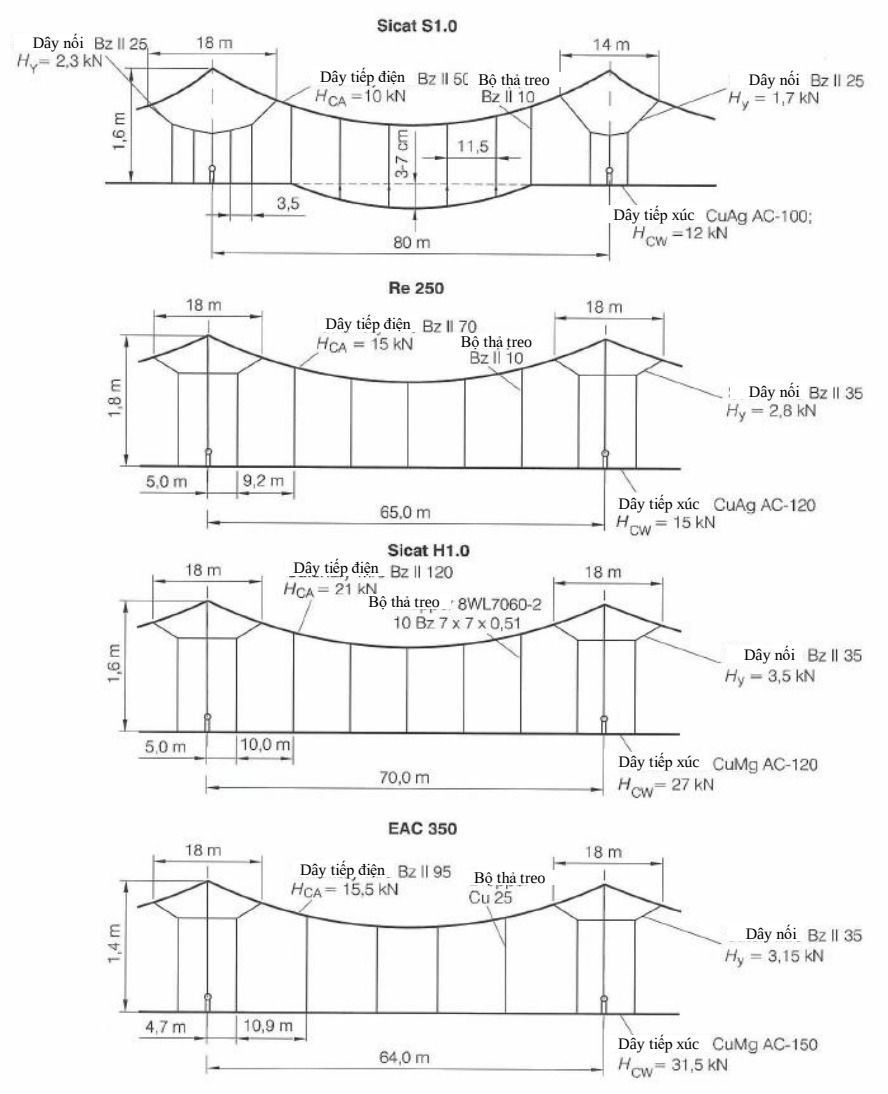
Tuyến ĐSCT Kyungbu

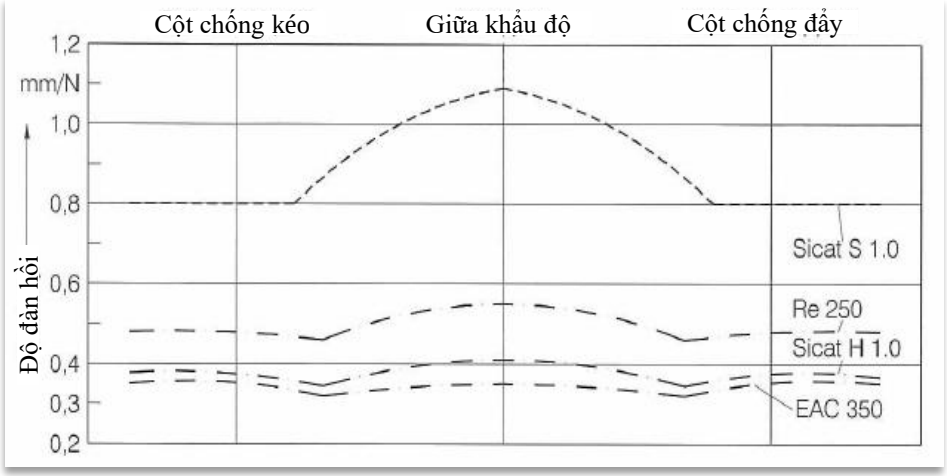


Độ đàn hồi

Độ đàn hồi (3)

➢ **So sánh giữa các hệ thống trong DB**



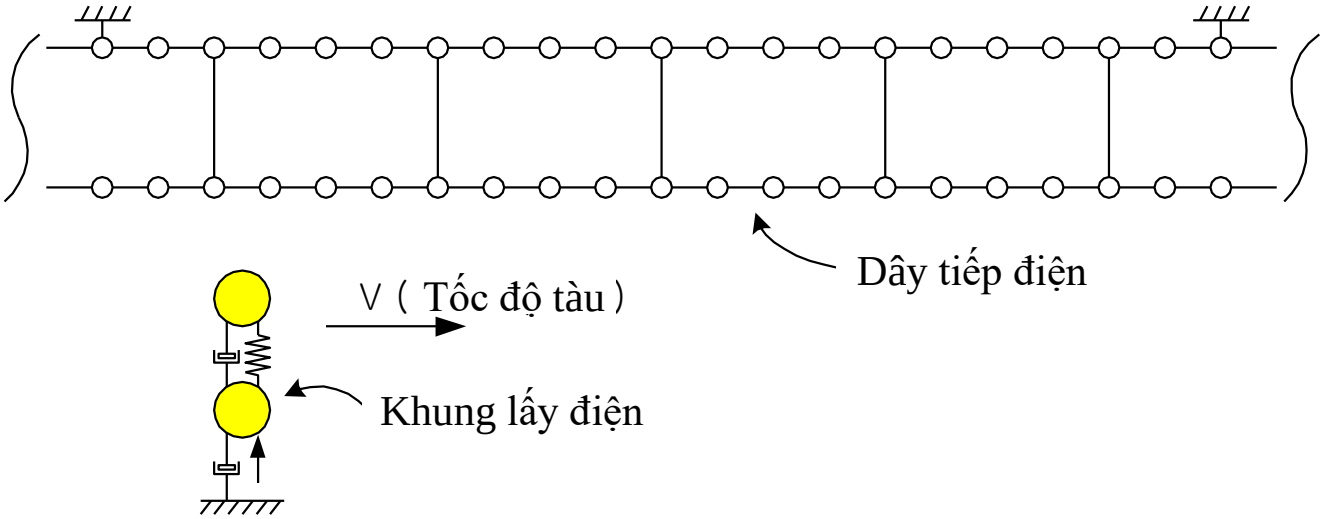


[Đường dây tiếp xúc cho đường sắt điện, SIEMENS]

Mô phỏng động

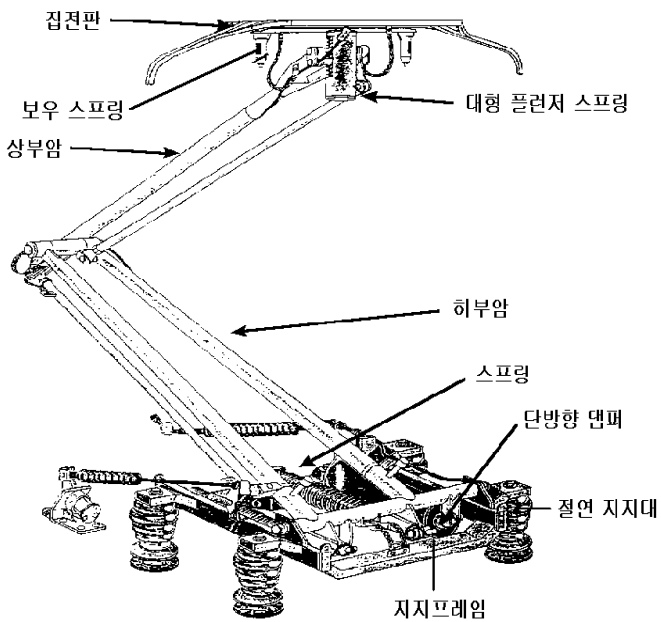
- **Chương trình mô phỏng động**

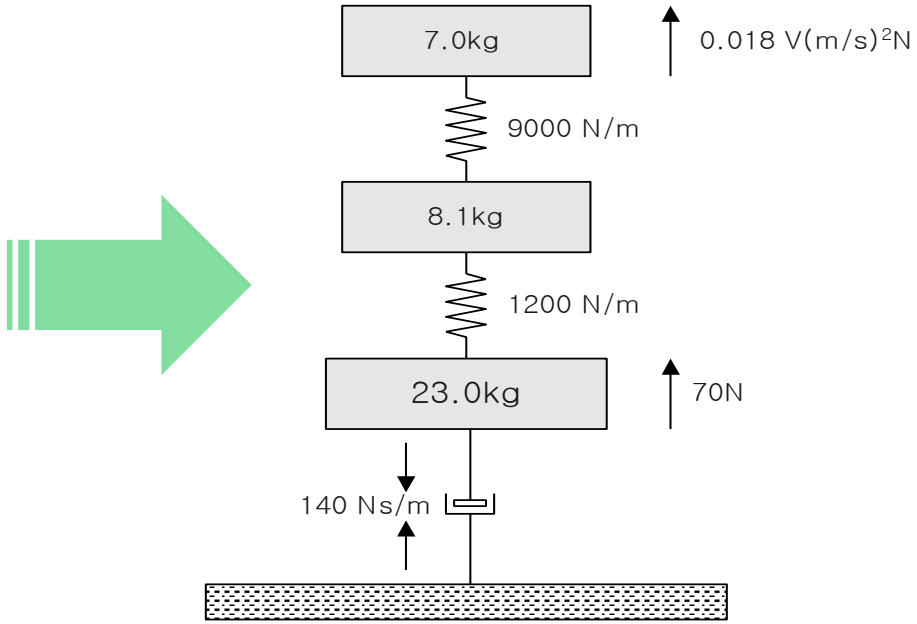
  - Tính toán các đặc tính động giữa OCS và khung lấy điện
  - Mô hình hóa dây tiếp xúc, dây chịu tải, khung lấy điện, cục khối lượng và v.v..



Mô hình hóa khung lấy điện

➢ Mô hình cục khối lượng





$$m_u\ddot{y}_u + c_u\dot{y}_u - c_u\dot{y}_m + k_u y_u - k_u y_m = -f_c$$

$$m_m\ddot{y}_m - c_m\dot{y}_l + (c_u + c_m)\dot{y}_m - c_u\dot{y}_u - k_m y_l + (k_u + k_m)y_m - k_u y_u = f_{aero}$$

$$m_l\ddot{y}_l + (c_l + c_m)\dot{y}_l - c_m\dot{y}_m + (k_l + k_m)y_l - k_m y_m = P_0 + c_l\dot{y}_{roof} + k_l y_{roof}$$

$$f_{aero} \propto V^2$$

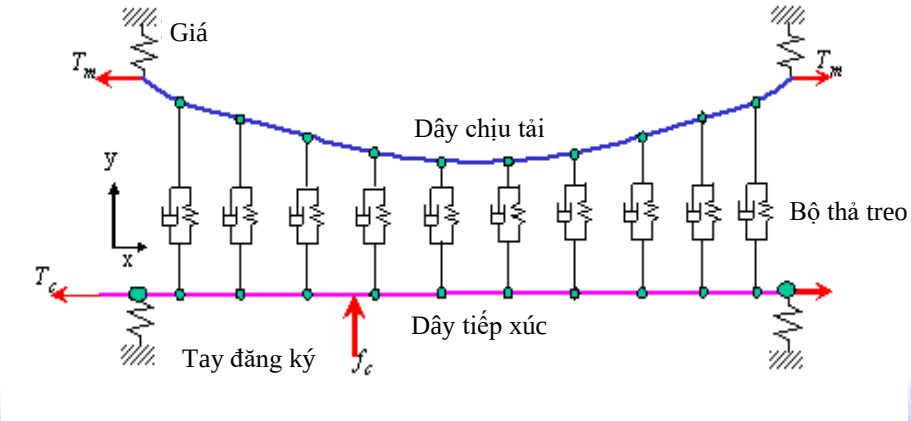
Mô hình hóa OCS

- **Phương trình chuyển động của dây tiếp xúc**

$$\rho_c \frac{\partial^2 v_c(x,t)}{\partial t^2} + c_c(x,t)\frac{\partial v_c(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(EI_c \frac{\partial v_c{}^2(x,t)}{\partial x^2}\right) - T_c \frac{\partial^2 v_c(x,t)}{\partial x^2}$$
$$+ \sum_{i=1}^{ndrop} f_{dr,i}(t)\delta(x-x_i) + \sum_{j=1}^{nreg} f_{re,j}(t)\delta(x-x_j) - f_c(t)\delta(x-Vt) = 0$$

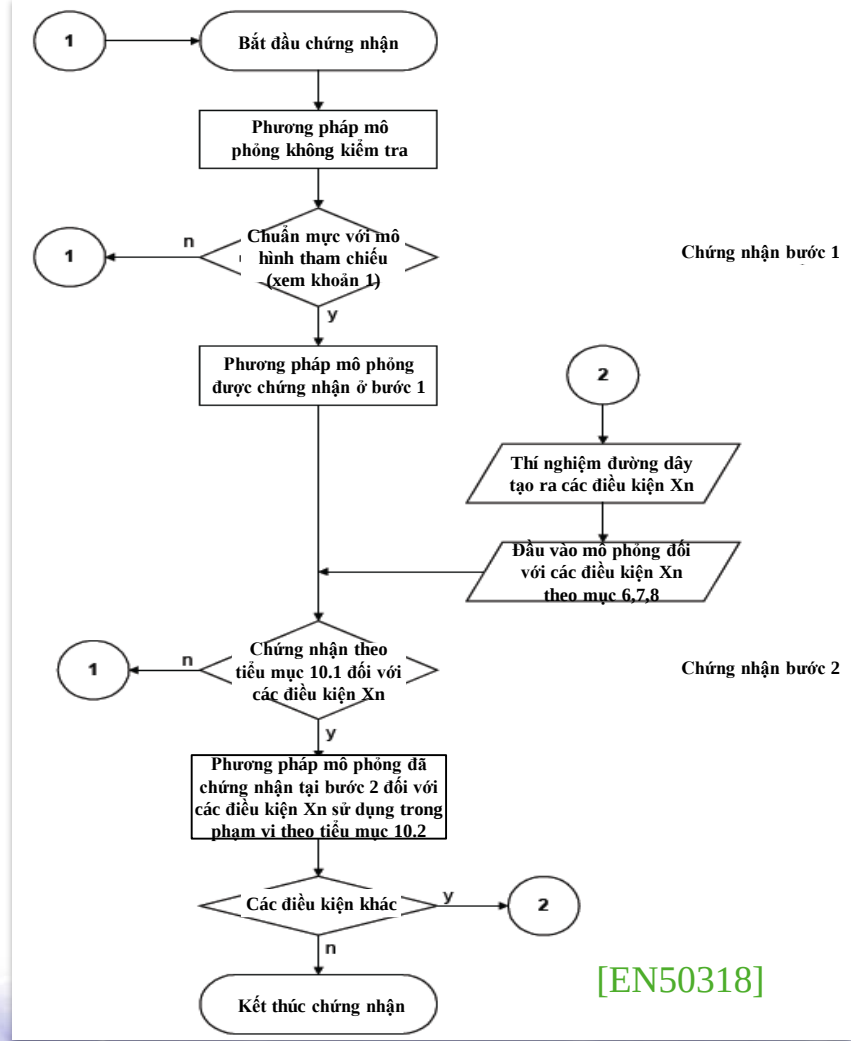
- **Phương trình chuyển động của dây chịu tải**

$$\rho_m \frac{\partial^2 v_m(x,t)}{\partial t^2} + c_m(x,t)\frac{\partial v_m(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(EI_m \frac{\partial v_m{}^2(x,t)}{\partial x^2}\right) - T_m \frac{\partial^2 v_m(x,t)}{\partial x^2}$$
$$- \sum_{i=1}^{ndrop} f_{dr,i}(t)\delta(x-x_i) + \sum_{k=1}^{nbrk} f_{br,k}(t)\delta(x-x_k) = 0$$



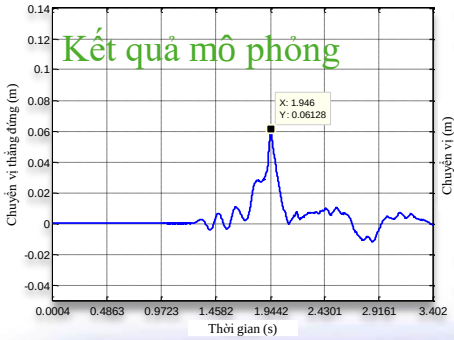
Chương trình mô phỏng động

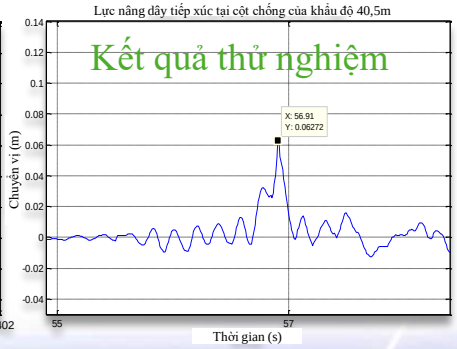
➢ Chứng nhận hợp quy phần mềm theo EN 50318



[EN50318]	Phạm vi kết quả	
Tốc độ (km/h)	250	300
F_M [N]	110 to 120	110 to 120
σ [N]	26 to 31	32 to 40
Lực tiếp xúc tối đa được thống kê (N)	190 to 210	210 to 230
Lực tiếp xúc tối thiểu được thống kê (N)	20 to 40	- 5 to 20
Lực tiếp xúc tối đa thực tế (N)	175 to 210	190 to 225
Lực tiếp xúc tối thiểu thực tế (N)	50 to 75	30 to 55
Lực nâng tối đa tại cột chống (mm)	48 to 55	55 to 65
Tỷ lệ (phần tram) mất tiếp xúc (%)	0	0
Chú ý: Giá trị trong bảng được dựa trên các kết quả từ năm phương pháp mô phỏng độc lập. Những phương pháp này đã được kiểm tra với các kết quả từ thí nghiệm tuyền đường.		

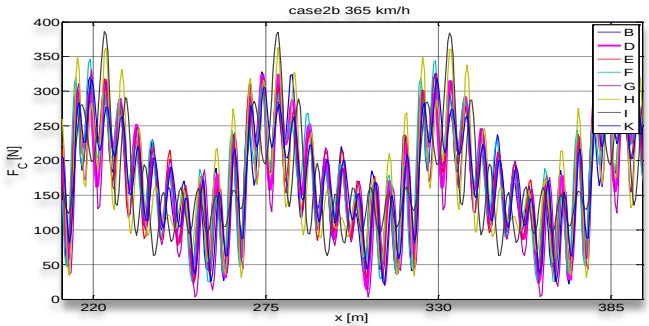
Phạm vi các kết quả từ mô hình tham chiếu

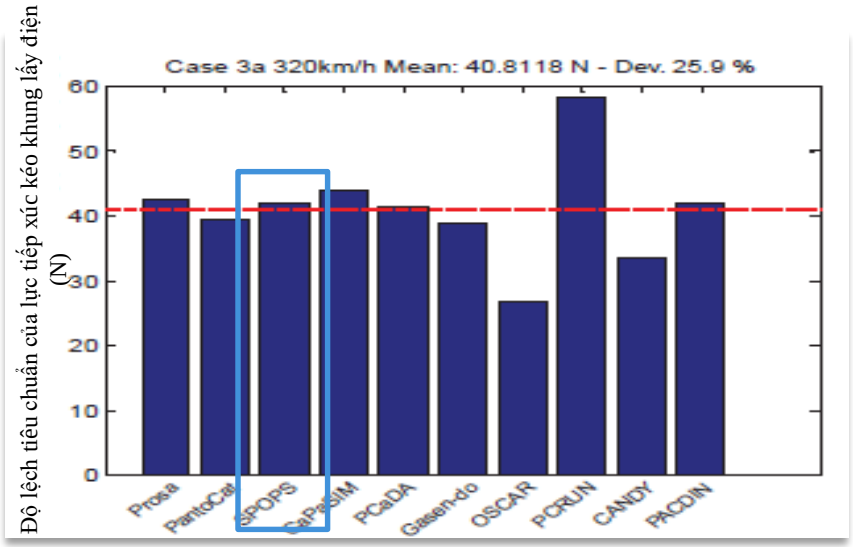


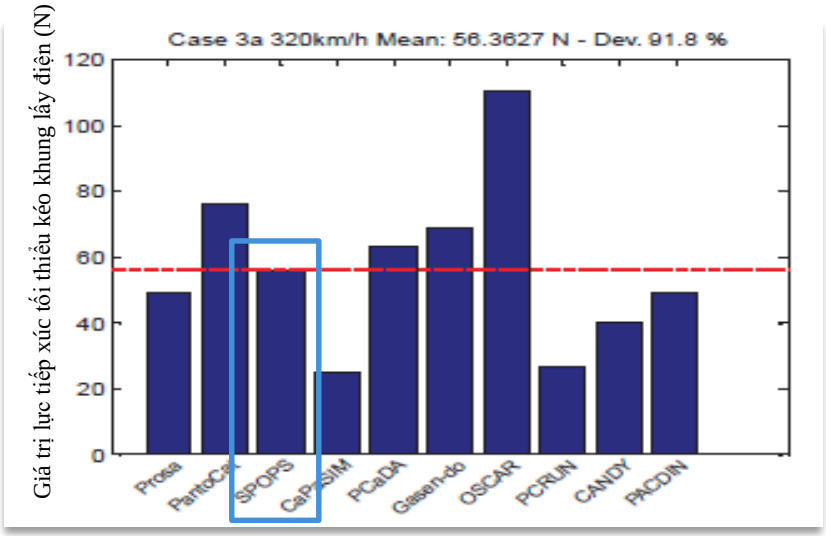


Công việc chuẩn hóa phần mềm

➢ **Kết quả nghiên cứu chung của quốc tế (KRRI, SNCF, RTRI, DB, v.v.)**







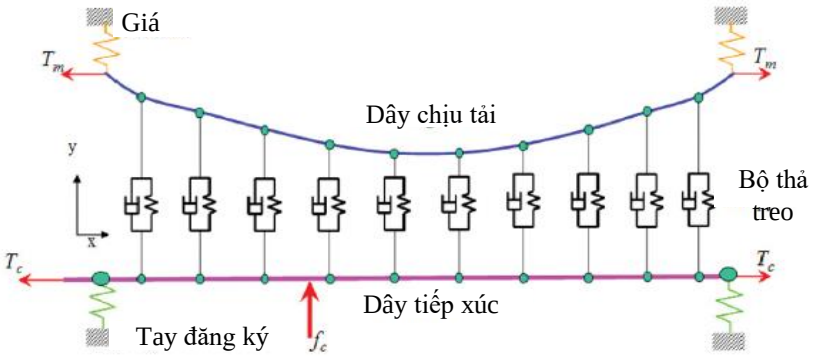
[Các kết quả của chuẩn tương tác giữa khung lấy điện-dây tiếp điện, động lực học của hệ thống phương tiện]

Nghiên cứu tham số thiết kế bằng "SPOPS"

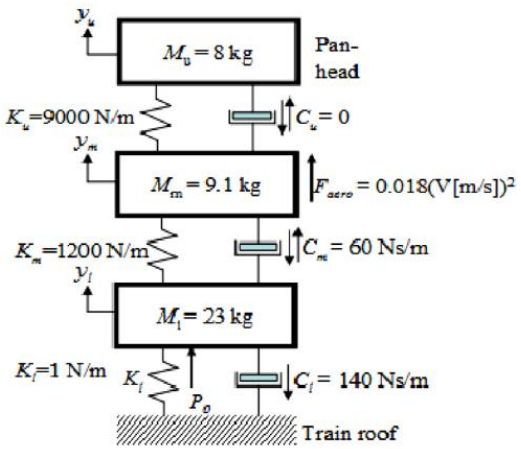
➢ Điều kiện mô phỏng

Thông số	-20%	Baseline	+20%
Chiều dài khẩu độ, S	40m	50m	60m
Lực kéo dây tiếp xúc, T_c	9600N	12000N	14400N
Mật độ dây tiếp xúc, ρ_c	0.79kg/m	0.987kg/m	1.18kg/m
Lực kéo của dây chịu tải, T_m	9600N	12000N	14400N
Mật độ của dây chịu tải, ρ_m	0.484kg/m	0.605kg/m	0.726kg/m
Khối lượng bộ thả treo, gồm cả kẹp m_d	0.32kg	0.4kg	0.48kg
Khối lượng đỉnh khung M_u	6.4kg	8kg	9.6kg
Khối lượng pit tông M_m	7.28kg	9.1kg	10.92kg
Lò xo đỉnh khung, K_u	7200N/m	9000N/m	10800N/m
Lò xo pit tông K_m	960N/m	1200N/m	1440N/m
Bộ giảm chấn giữa khung giá và trần, C_l	112Ns/m	140Ns/m	168Ns/m

Biến đổi của các tham số thiết kế



Mô hình hóa OCS

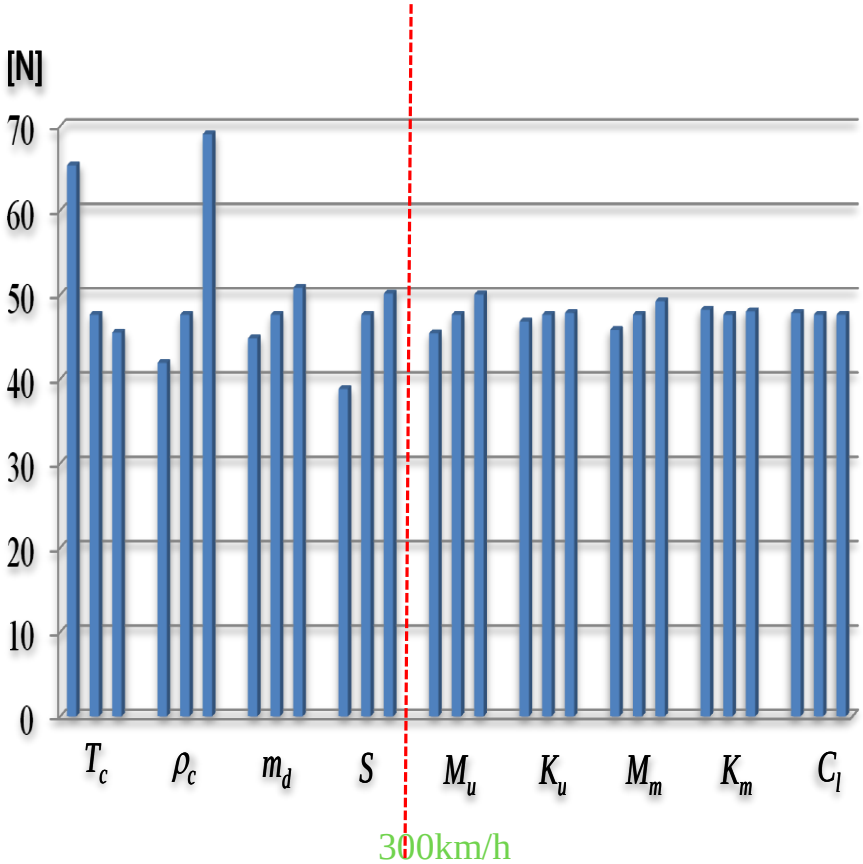


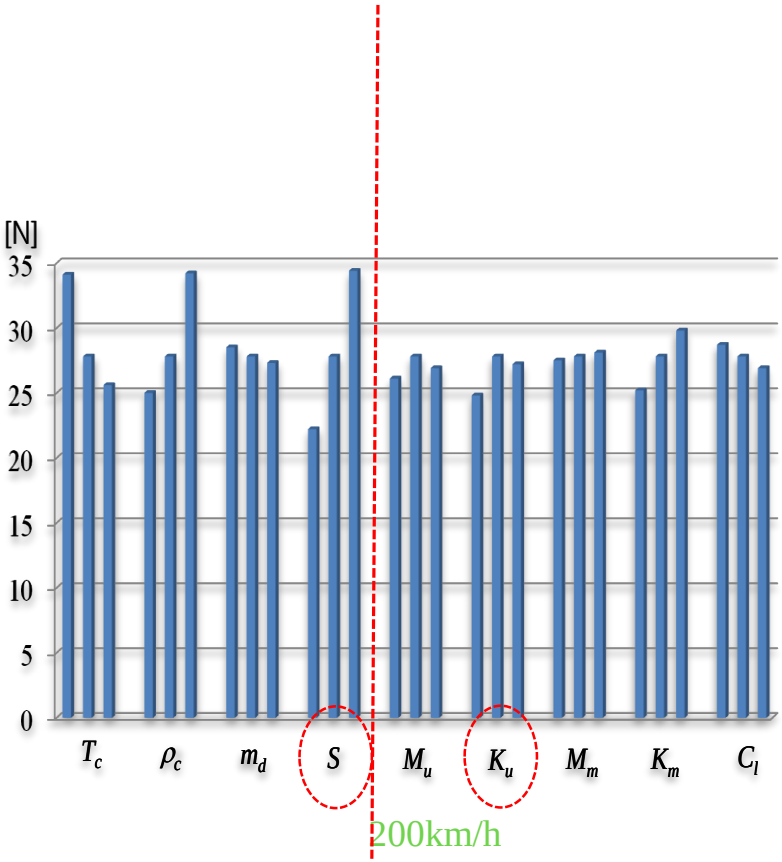
Mô hình hóa khung lấy điện

[Phân tích các thông số thiết kế chính của hệ thống cần tiếp điện đường sắt-khung lấy điện để cải thiện chất lượng thu dòng điện, Tạp chí của Hiệp hội đường sắt Hàn Quốc]

Nghiên cứu tham số thiết kế bằng "SPOPS"

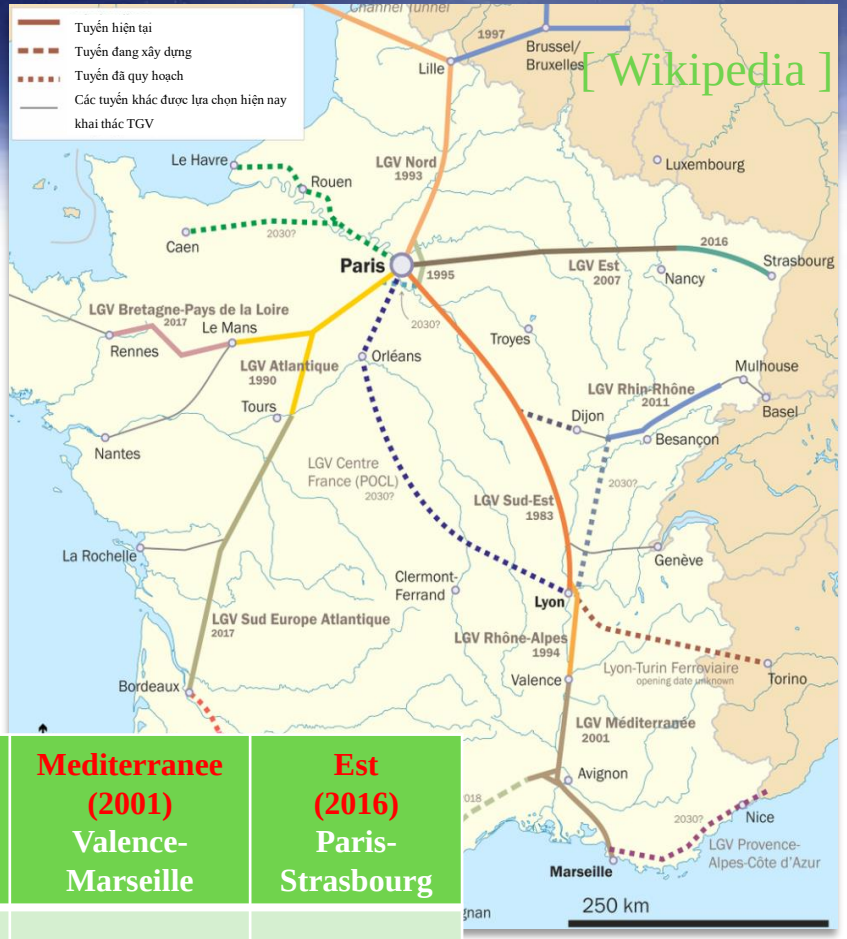
➢ **Kết quả mô phỏng cho độ lệch tiêu chuẩn của lực tiếp xúc**





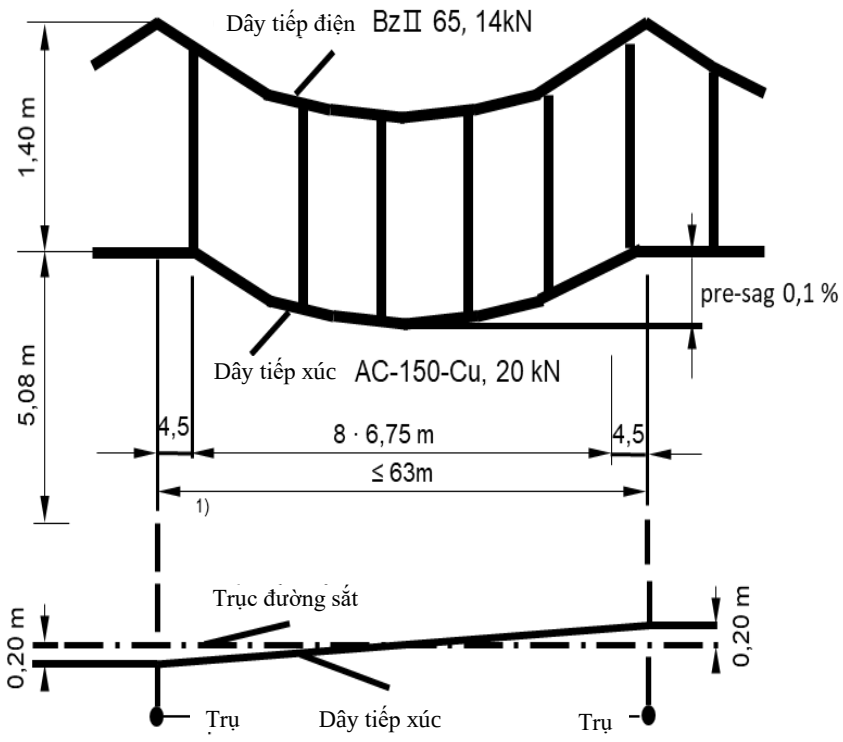
[Phân tích các thông số thiết kế chính của hệ thống cần tiếp điện đường sắt-khung lấy điện để cải thiện chất lượng thu dòng điện, Tạp chí của Hiệp hội đường sắt Hàn Quốc]

Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc ở Pháp



Đặc điểm	Sud-Est (1981) Paris-Lyon	Atlantique (1990) Paris-Le Mans/Tours	Nord (1993) Paris-Lille/Calais	Mediterranee (2001) Valence-Marseille	Est (2016) Paris-Strasbourg
Chiều dài tuyến [km]	820	560	660	600	600
Tốc độ vận hành/thiết kế	(Y-Stitch) 260 300	300	300	300/ 320	320/ 350
Lực kéo của dây tiếp xúc [kN]	Cu120 15	Cu150 20	Cu150 20	CuSn150 25	CuSn150 26
Lực kéo của dây tiếp điện [kN]	BzII 65 14	BzII 65 14	BzII 65 14	BzII 116 20	BzII 116 20
Pre-sag[%]	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05

Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc ở Pháp



Dành cho tốc độ 300km/h

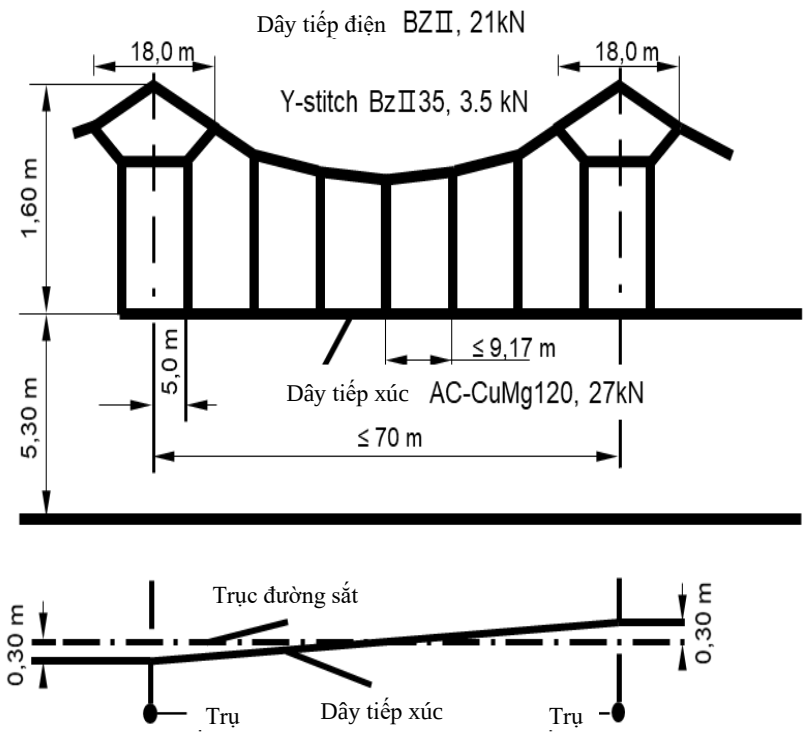
Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc tại Đức (1)

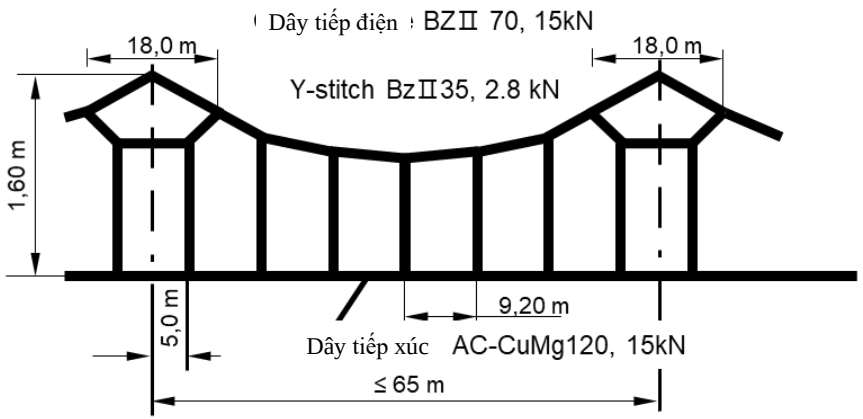
- **Sicat H1.0**
  - Tốc độ vận hành tối đa: 300km/h
  - Frankfurt – Cologne
  - Do Siemens

- **Re330**
  - Tốc độ vận hành/thiết kế tối đa: 330/300km/h
  - Halle – Nuremberg

- **Re250**
  - Tốc độ vận hành tối đa : 250km/h
  - Cologne – Duren

Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc tại Đức (2)





Re250

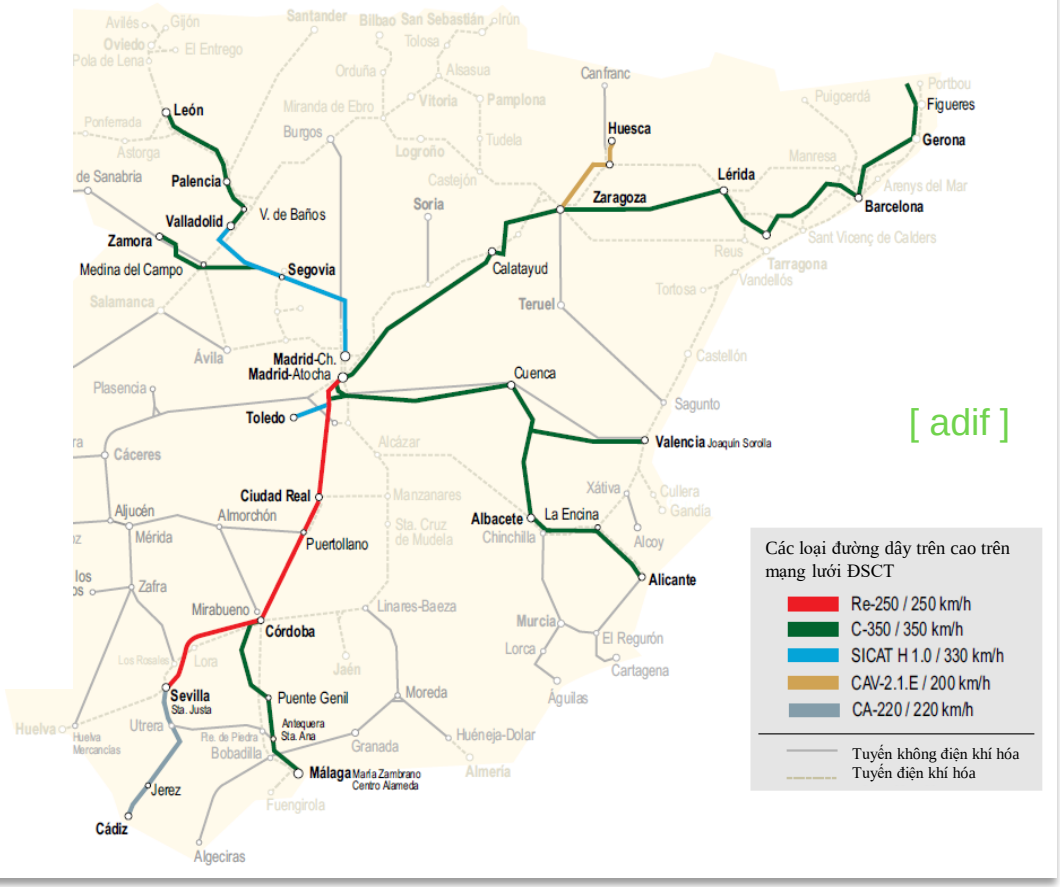
- Mở đường chạy cho Sicat H1.0
- Trong đường hầm, không có dây nối với chiều cao hệ thống 1,1m

Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc tại Tây Ban Nha (1)

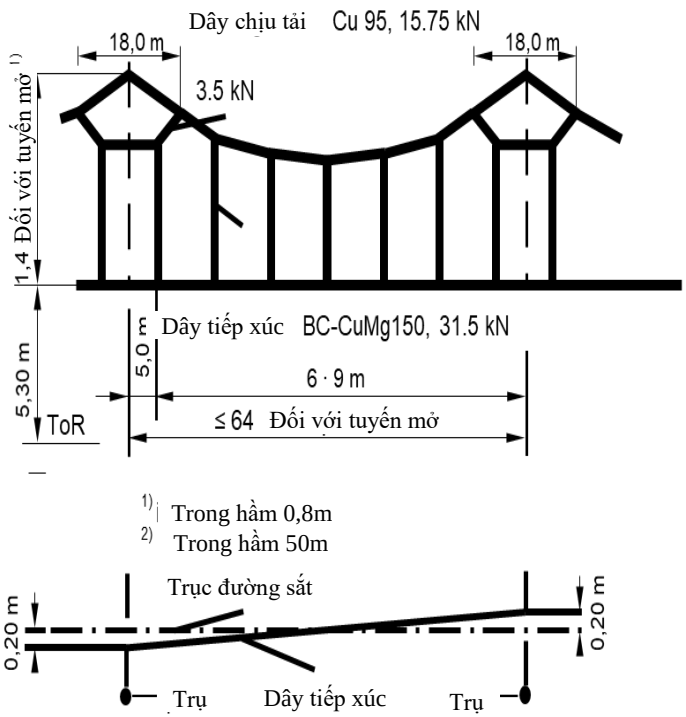
- **EAC 350**
  - Tốc độ vận hành/thiết kế tối đa : 350/300km/h
  - Madrid – Valencia/Barcelona

- **Sicat H 1.0**
  - Tốc độ vận hành/thiết kế tối đa : 330/300km/h
  - Madrid – Toledo/Valladolid

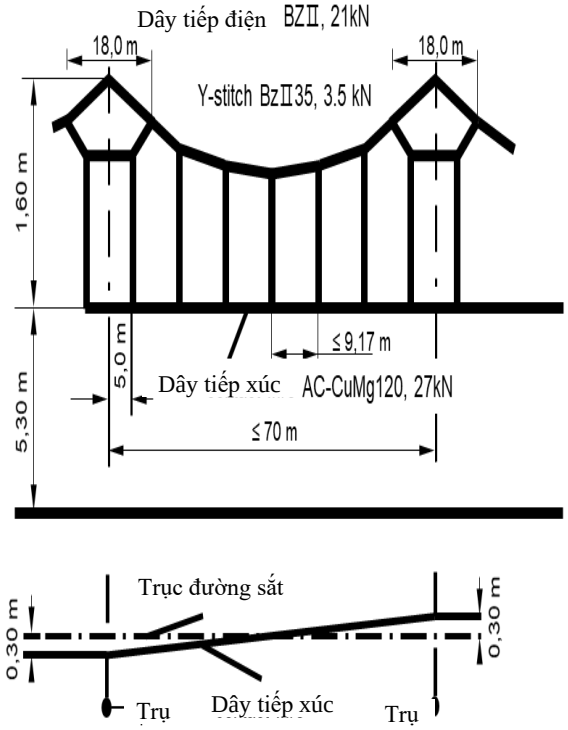
- **Re250**
  - Tốc độ vận hành tối đa : 250km/h
  - Madrid – Seville



Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc tại Tây Ban Nha (2)



EAC350



Sicat H1.0

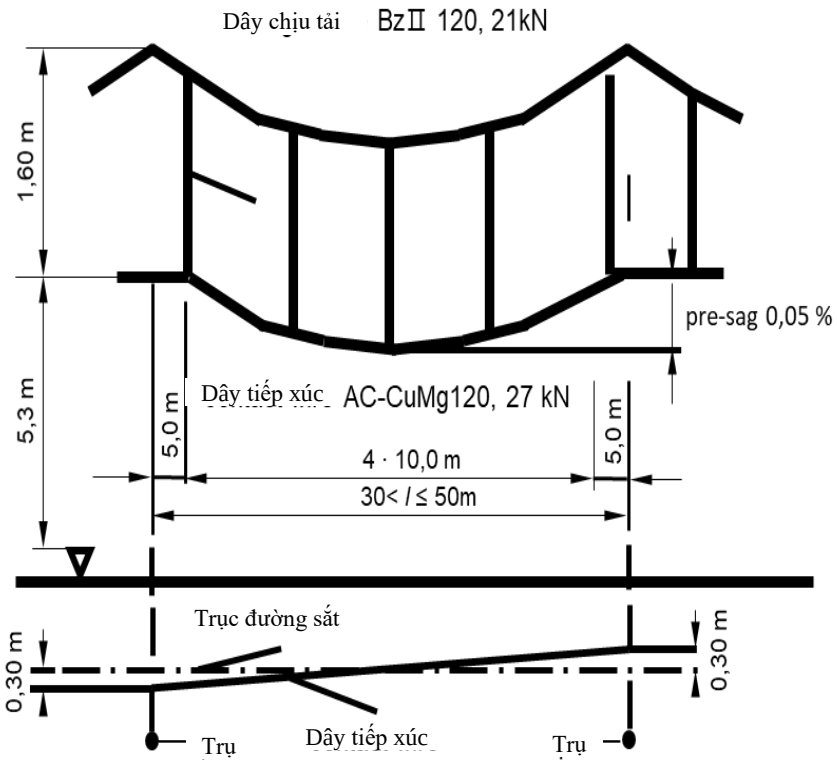
Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc tại Trung Quốc (1)

- **Sicat HAC**
  - Tốc độ vận hành tối đa: 350km/h
  - Bắc Kinh – Thiên Tân
  - OCS đơn giản

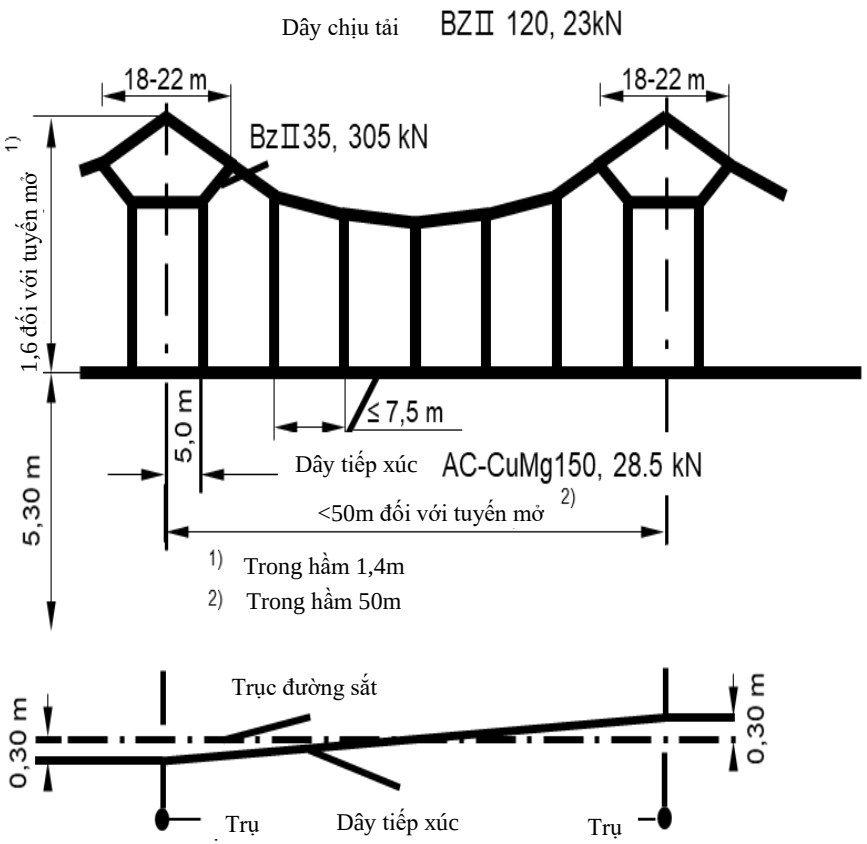
- **SiFCAT 350**
  - Tốc độ vận hành tối đa : 350km/h
  - Trịnh Châu – Tây An
  - Của Siemens
  - OCS với dây nối

[Quyền tác giả: Discovery Trung Quốc]

Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc tại Trung Quốc (2)

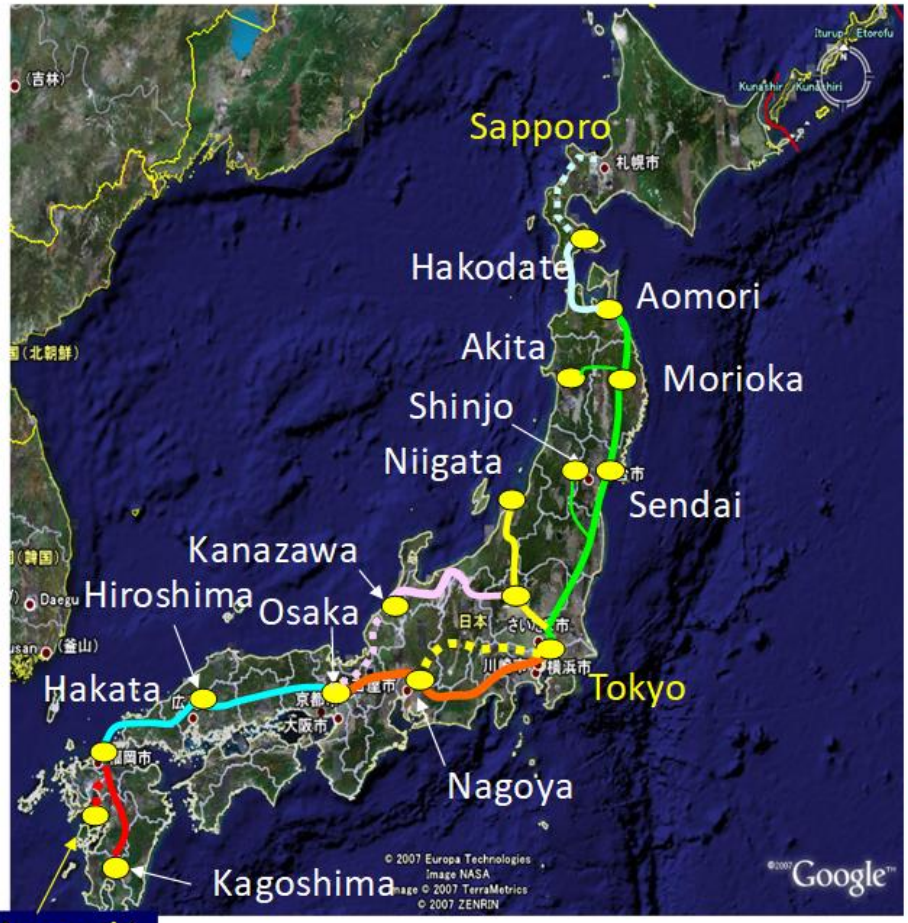


Sicat HAC



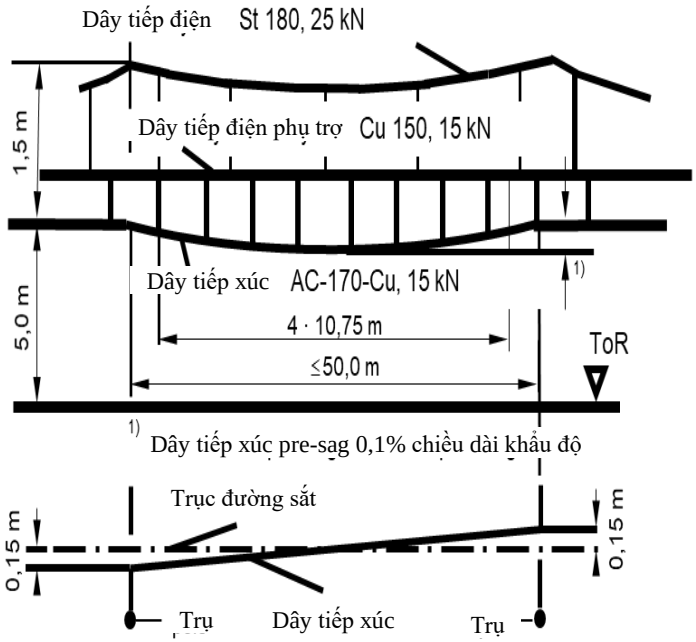
SiFCAT 350

Tuyến ĐS cao tốc tại Nhật Bản (1)



Tuyến	(Tốc độ tối đa)	Năm bắt đầu
Tokaido	(285km/h)	1964~
Sanyo	(300km/h)	1972~
Tohoku	(320km/h)	1982~
Joetsu	(240km/h)	1982~
Hokuriku	(260km/h)	1997~
Kyushu	(260km/h)	2004~
Hokkaido	(260km/h)	2016~
Yamagata, Akita	(Khai thác trực tiếp ; 130km/h)	1992~
Nagasaki	(260km/h)	2022~
Chuo	(505km/h)	2027~

OCS hỗn hợp của Nhật Bản



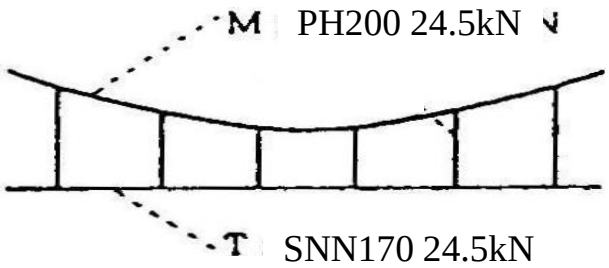
Dành cho thiết kế đầu tiên của Tokaido

Tuyến	Tốc độ tối đa	Dây chịu tải	Dây tiếp điện phụ trợ	Dây tiếp xúc
Tokaido	285	St 180mm^2 (19.6kN)	PH150mm^2 (14.7kN)	GT-CSD-P170mm^2 (19.6kN)
Sanyo	300	St 180mm^2 (24.5kN)	PH150mm^2 (14.7kN)	GT-SNW-MF170mm^2 (19.6kN)
Tohoku	320	St 180mm^2 (24.5kN)	PH150mm^2 (9.8kN)	GT-SN-170mm^2 (19.6kN)
Joetsu	240	St 180mm^2 (24.5kN)	PH150mm^2 (14.7kN)	GT-SN170mm^2 (14.7kN)

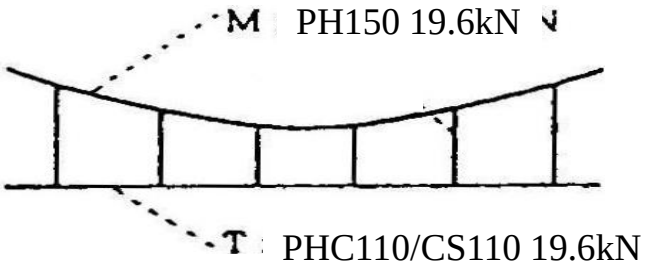
OCS đơn của Nhật Bản

- **OCS đơn trên Shinkansen**

Tuyến ĐSCT sử dụng dây tiếp điện đơn

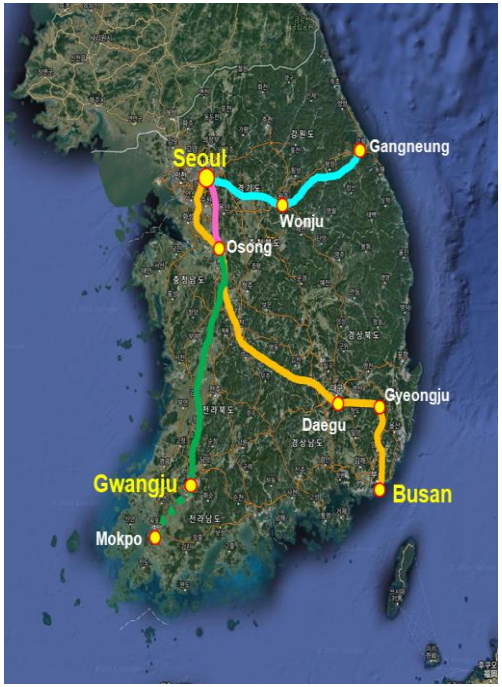


Tokaido cho tốc độ 285km/h



Tohoku (Morioka – ShinAomori),
Hokuriku (Takasaki-Kanazawa),
Kyushu (Hakata-Kagoshima)
Cho tốc độ 260km/h

Thông số kỹ thuật của OCS cao tốc tại Hàn Quốc



Tuyến đường sắt		ĐSCT Gyeongbu	ĐSCT Honam	Nền thử nghiệm tại Honam	Suseo-Pyeongtaek	Wonju-Gangneung
Loại hệ tiếp điện		Hệ tiếp điện đơn				
Pre-sag		Khẩu độ/ 2,000	Khẩu độ/ 3,000	n/a	Khẩu độ/ 2,000	Khẩu độ/ 2,000
Chiều cao hệ thống		1400㎜	1400㎜	1400㎜	1400㎜	1200㎜ /850㎜
Dây chịu tải	Loại	CuMg 65㎟	CuMg 116	CuMg 116	CuMg 116	CuMg 65㎟
	Lực kéo	14kN	20kN	23kN	20kN	14kN
Dây tiếp xúc	Loại	Cu 150㎟	CuSn 150㎟	CuMg 150㎟	CuSn 150㎟	Cu 110㎟
	Lực kéo	20kN	26kN	34kN	20kN	14kN
Tốc độ vận hành tối đa [km/h] (Tốc độ thiết kế tối đa)		300	300 (350)	300 (400)	300	250

Chương 7

Tổng quan về bản vẽ thiết kế chi tiết của tuyến ĐSCT

Bản vẽ các thiết bị và bộ phận (1)

- **Thiết kế chi tiết**
  - Thiết kế chi tiết được thực hiện bằng cách xây dựng OCS dựa trên bản vẽ các thiết bị & bộ phận
  - Chẳng hạn như khu đoạn chung, khu đoạn đường hầm, khu đoạn chồng lấn, lắp đặt thiết bị kéo căng, khu đoạn chồng lấn, lắp đặt bộ thả treo và bảng chiều dài, sơ đồ nối dây và các bộ phận cấu thành của từng bộ phận.

• 도면분류 기호 (예 A00A01 : $Z_1Z_2Z_3Z_4Z_5Z_6$)

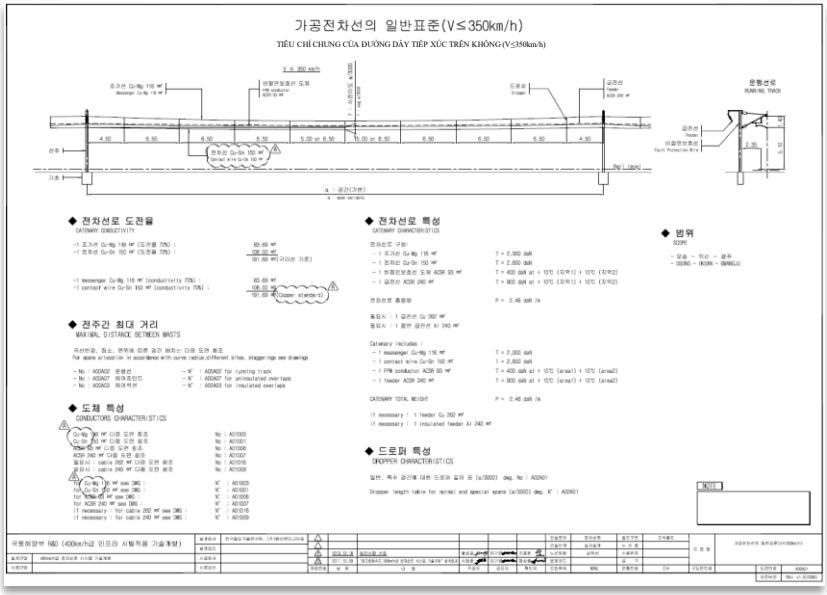
Z_1 :
- A 일반 (Tổng thể)
- B 개활지 (Mở tuyến)
- C 교량개소 (Đường sắt trên cầu)
- D 터널개소 (Đường sắt trong hầm)
- E 건넘선 (Đường ngang)
- F 역구내 (Ga)
- G 기지 (Bãi)

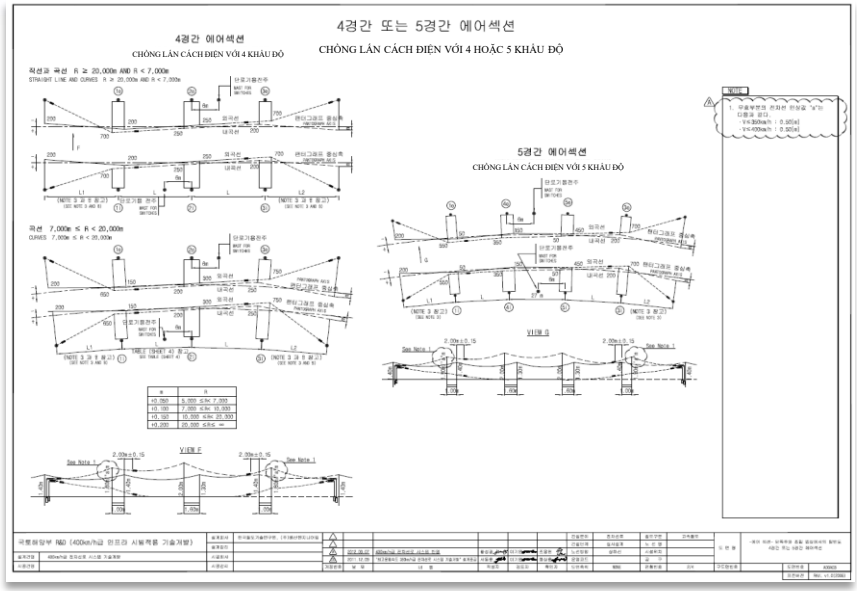
Z_2Z_3 :
- 00 일반(볼트, 너트, 소형 금속금구, 비도체 케이블등)
- 01 전선류 (Đường sắt trên cầu)
- 02 드로퍼 설치 (Thả treo)
- 03 애자류 (Thiết bị cách điện)
- 04 지지장비류 (Lắp ráp cột chống)
- 05 취부장비류 (Lắp ráp đăng ký)
- 06 급전연결 장비류 (Kết nối cấp điện)
- 07 급전 구분장비 및 단로기류 (Thiết bị phân đoạn và công tắc)
- 08 보호장비 및 가공 보호선 (Thiết bị phòng vệ và CdPA)
- 09 인류장치, 장력장치, 흐름방지장치 등 (Thiết bị neo, kéo, trung điểm, …)
- 10 구조물 부품 (전주 빔 브래키트) Bộ phận kết cấu (Trụ, dầm, giá, …)
- 11 스팬선 빔 (hệ treo đỉnh khung)
- 12 현수금구류 (Kết cấu thép của hệ treo)

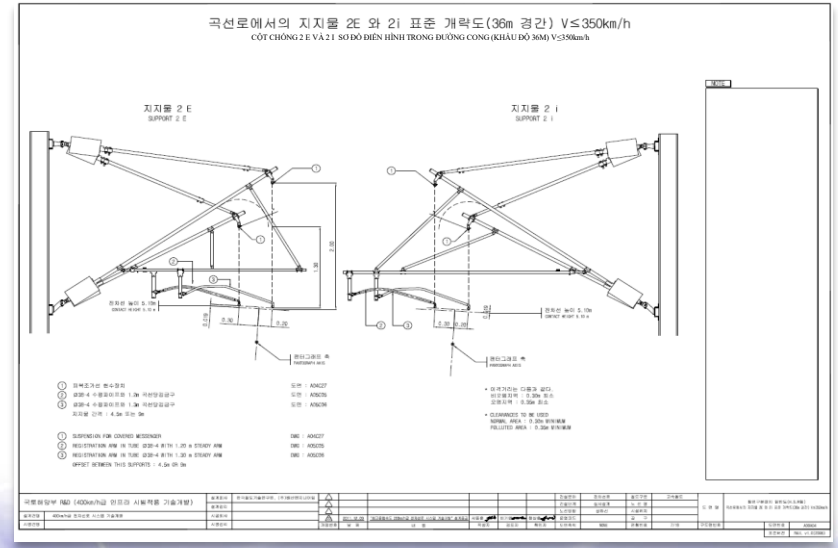
Z_4 : 문서 타입
- A 기본도 (Bản vẽ bố trí chung)
- B 대표적 조립품 (Lắp ráp điển hình)
- C 세부조립부품 (Lắp ráp phụ)
- D 단품금구류 (Sắp xếp đơn)
- E 이차금구류 (Sắp xếp thứ cấp)
- F 사용 지침서 (Hướng dẫn sử dụng)
- G 사양서 (Thông số kỹ thuật)

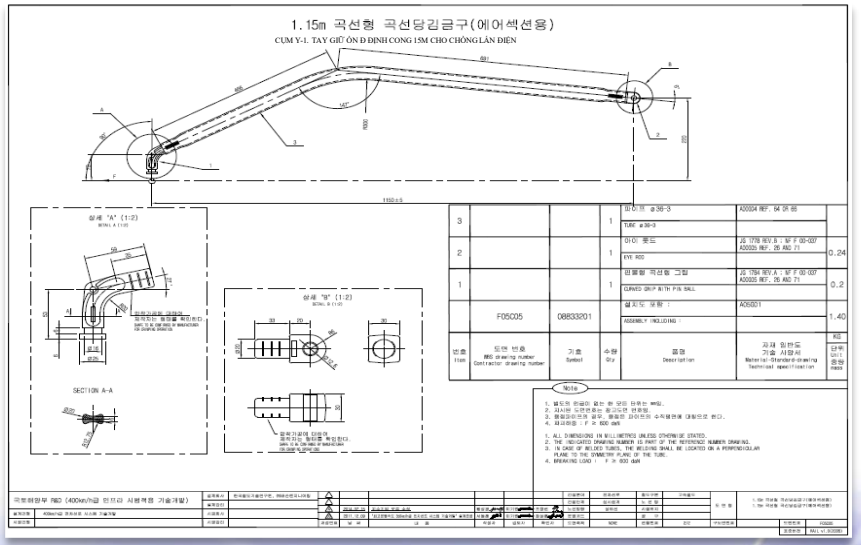
Z_5Z_6 : 일련번호

Bản vẽ các thiết bị và bộ phận (2)





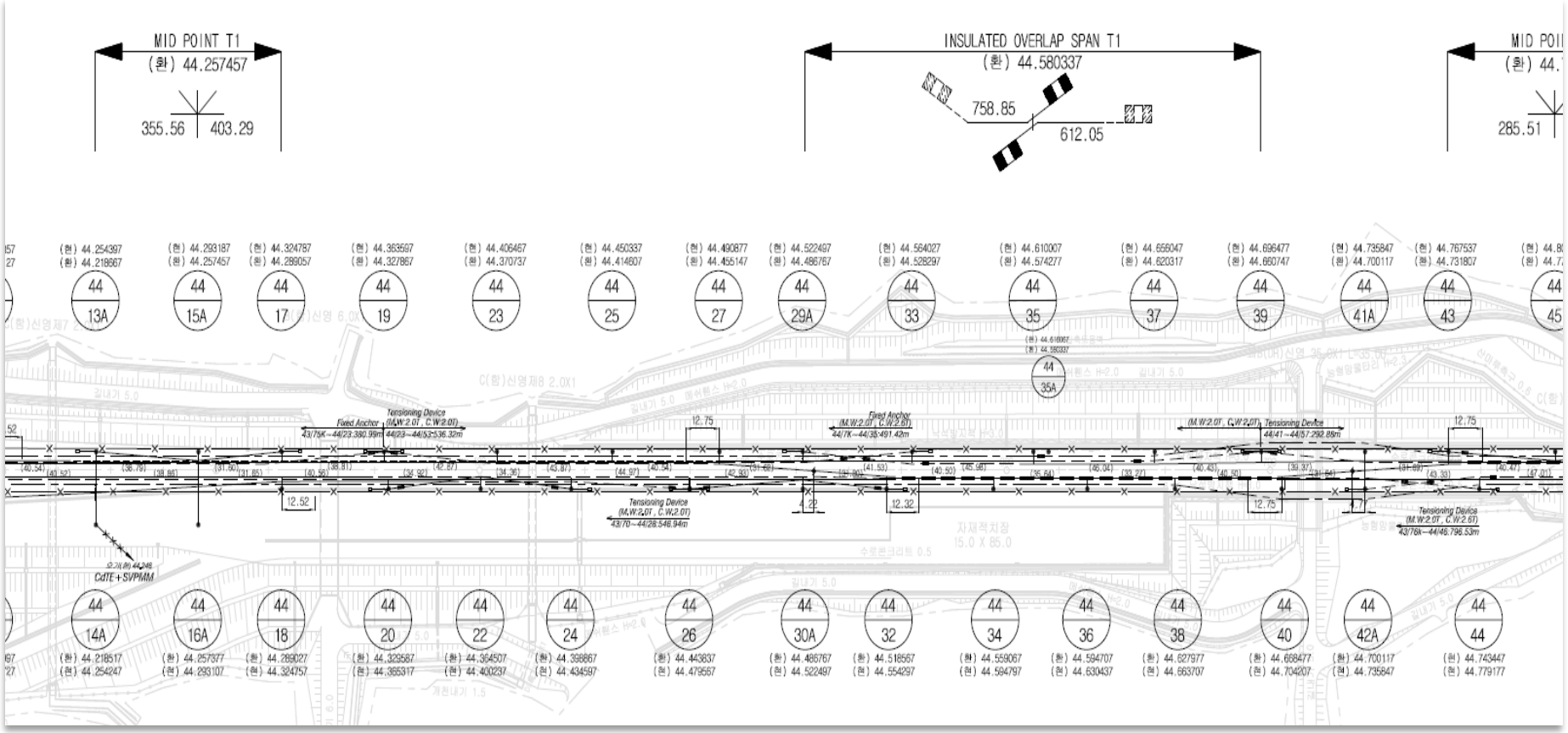




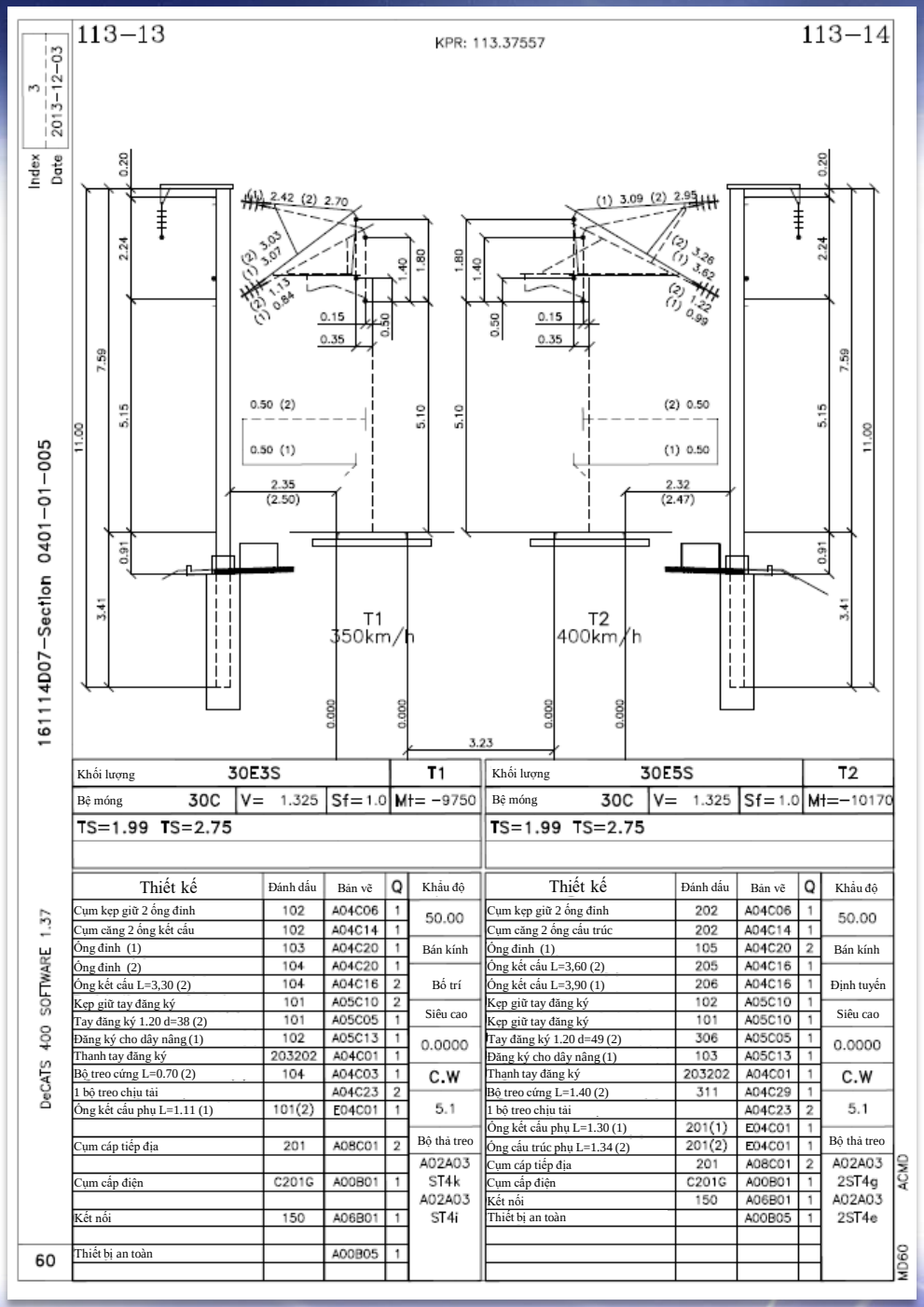
Phân bố cột (Đóng cọc)

- **Mặt bằng**

  - kp, chiều dài khẩu độ, độ dao động, cấu hình chồng lấn, điểm giữa, số cột, v.v..



MD (sơ đồ lắp ráp)

➢ **Dữ liệu cần thiết và kết quả**

Dữ liệu cần thiết	Kết quả
-Sự dao động -Khẩu độ -Các dây định vị -Khổ giới hạn -Bề rộng của đường sắt -Môi trường của đường -Điều kiện môi trường -Trở ngại	- Chiều dài cột - Kích thước cột - Nền móng cột - Thiết kế dầm chìa - Kích thước các thiết bị - Quản lý CSDL -V.v.