



Marek Graff, Akihiro Nakamura

Kikanka

– pociągi Shinkansen w Japonii ze zmiennym rozstawem kół

Drugi pociąg prototypowy Gauge Change Train (GCT) na stacji Sakaide na linii Yoson, wyspa Shikoku (13.09.2012 r.). Fot. ze zbiorów autorów

Koleje japońskie stosują dwa rozstawy szyn – 1067 mm i 1435 mm, przy czym linie Shinkansen były budowane od początku jako normalnotorowe (linie nowe, budowane od podstaw), a linie konwencjonalne – jako wąskotorowe. Jednak od tej reguły są wyjątki: linia Nagasaki Shinkansen jest planowana jako linia normalnotorowa i powstanie przez konwersję linii dotychczasowej (Nagasaki Main Line). Dodatkowo dwie linie Shinkansen – Akita i Yamagata – powstały przez konwersję linii o rozstawie 1067 mm.

Powszechną praktyką jest eksploatacja pociągów Shinkansen na liniach dużych prędkości ($v_{\max} = 300$ km/h) oraz konwencjonalnych normalnotorowych z prędkością obniżoną do 130 km/h: linie 1067 mm – w celu umożliwienia kursowania pociągów Shinkansen – są przebudowywane na linie 1067 mm + 1435 mm (splot toru) oraz skrajnia linii jest dostosowywana do rozstawu 1435 mm. Przykładem są pociągi eksploatowane na linii Tōhoku Shinkansen (tzw. mini Shinkansen).



Pierwszy pociąg prototypowy Gauge Change Train (GCT) na terenie fabryki Tadotsu, należącej do JR Shikoku (13.10.2012 r.). Fot. ze zbiorów autorów

W celu umożliwienia pociągom Shinkansen kursowania po całej sieci kolejowej Japonii, a jednocześnie chcąc zaoszczędzić fundusze, postanowiono zaprojektować pociąg ze zmiennym rozstawem kół. Budżet całego programu w 1994 r. był równy 300 mln euro. Dotychczas powstały trzy prototypy pociągów tego typu, nazwanych 'Gauge Change Train' (GCT), 'Free Gauge Train' (FGT), 'Dual Gauge Train' lub z – j. japońskiego – 'Kikanka': pierwszy w 1998 r., drugi w 2007 r., a trzeci w 2014 r. Próby techniczno-ruchowe pierwszego prototypu wykonywano początkowo na torze doświadczalnym w stanie Kolorado w USA. Drugi z nich pokonał 600 tys. km na torach obu rozstawów w okresie trzech lat – po liniach Kyūshū Shinkansen (158,5 km) oraz linii konwencjonalnej o długości 35,7 km i rozstawie 1067 mm.

Pierwszy prototyp był pociągiem trójwagonowym, przystosowanym do eksploatacji z wykorzystaniem prądu o napięciu 25 kV i 20 kV oraz częstotliwości 60 Hz. Część elektryczna była rozłożona równomiernie we wszystkich wagonach, a nacisk na oś wynosił zaledwie 11,5 t. Pojazd został zaprojektowany przez Japan Railway Construction Public Corporation (obecnie Railway



Trzeci pociąg prototypowy GCT 'Gauge Change Train' (19.04.2014 r.)

Construction, Transport and Technology), afiliowane przy ministerstwie infrastruktury Japonii.

W 1999 r. pięć linii zostało wytypowanych przez Japan Railway Construction Public Corporation do wykonania prób FGT: Takayamahonsen, Kansaihonsen-Kisei (-Nagoya), Hakubi, Setoohashisen i Nippohonsen; ostatecznie zmodyfikowano całość do 10 odcinków na 7 liniach (po sporządzeniu studium wykonalności): (Nara-Yokkaichi, Shingu-Kintetsu-Nagoya przez Tsu Nagoya), Hanwa-Uetsu (-Niigata-Sakata), Takayamahonsen (w pobliżu stacji Nagoya), Kansaihonsen Kisei (Shin-Ōsaka-Wakayama-Shingu), Hakubi Line (Okayama-Yonago-Matsue-Izumo), Setoohashisen (Okayama-Takamatsu-Tokushima), Matsuyama, Kochi, Nippohonsen (Kokura-Oita-Miyazaki). Docelowym miejscem eksploatacji miałyby być linie Kyūshū-Shinkansen i potudniowa część Hokuriku Shinkansen.

Dane techniczne trzech pociągów prototypowych znajdują się w tabeli.

Pierwszy prototyp

W marcu 1993 r. zdecydowano się na zakup technologii zmiennego rozstawu kół dla pojazdów szynowych, opracowaną przez hiszpańską firmę Talgo (nabywcą była firma Sumitomo Metal Industries). Zamierzano zaprojektować i zbudować pociąg zbliżony do serii 120 kolei RENFE (pierwotnie może poruszać się po torze o szerokości 1435 mm i 1 668 mm). Rok później Railway Technical Research Institute opracował całość wymagań technicznych

Tab. 1. Dane techniczne pociągu Free Gauge Train

		Pierwsza generacja	Druuga generacja	Trzecia generacja
Producent		Kawasaki Heavy Industries, Kinki Sharyo, Tokyu Car Corporation, JR Shikoku Tadotsu	JR Kyūshū Kokura, JR Shikoku Tadotsu	Kawasaki Heavy Industries, Hyogo Hitachi Kasado
Rok budowy		1998	2006	2014
Liczba zbudowanych zespołów		3	3	4
Liczba wagonów w zespole		3	3	4
Rozstaw kół	mm	1067 + 1435		
System rozstawu kół		modyfikacja systemu Talgo		
Długość wagonu	mm			
- skrajnego		23 075		
- środkowego		20 500		
Szerokość	mm	2 945		
Wysokość	mm	4 030		3 650
Prędkość maksymalna	km/h			
- linie Shinkansen (1435 mm)		300	270	270
- linie konwencjonalne (1067 mm)		130	130	130
Typ silnika elektrycznego		RMT17	bd.	bd.
Moc jednostkowa silnika elektrycznego		190 kW	bd.	bd.
Systemy zasilania		25 kV 50/60 Hz; 20 kV 50/60 Hz; 1,5 kV DC		
Pobór prądu		napowietrzna sieć trakcyjna + pantograf		
Nacisk na oś		bd.	< 12,5 t	bd.
Liczba zachowanych / skasowanych zespołów	egz.	1/2	3/0	3/0



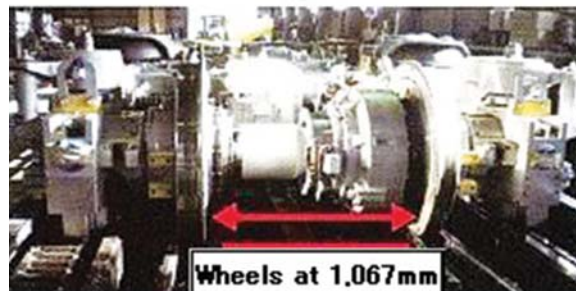
Kabina maszynisty trzeciego pociągu prototypowego Gauge Change Train (GCT)



Wózek pociągu FGT podczas operacji zmiany rozstawu kół na stanowisku przestawczym. Fot. © JR West

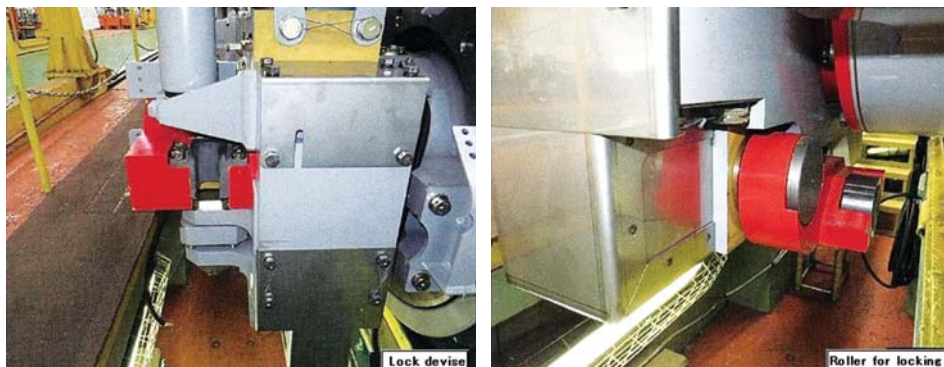


Wheels at 1,435mm



Wheels at 1,067mm

Wózki trzeciego pociągu prototypowego Gauge Change Train (GCT) przy rozstawie 1435 mm i 1067 mm



Elementy mechanizmu blokującego koła po przestawieniu z jednego rozstawu na drugi i odwrotnie (1435 mm ↔ 1067 mm)

dla nowego pociągu. Pierwszy prototypowy wagon (GCT01), powstały w 1998 r., został wyprodukowany przez JR Shikoku Tadotsu Plant (skasowany w 2008 r.), a pozostałe przez Kawasaki Heavy Industries, Kinki Sharyo i Tokyu Car Corporation. Pierwsze próby techniczno-ruchowe przeprowadzono w 1999 r. na linii San'in-honsen z prędkością maksymalną 100 km/h. Od stycznia do kwietnia 2001 r. na torze doświadczalnym TTCI w Pueblo w stanie Kolorado w USA wykonano próby przy prędkości maksymalnej 246 km/h, pokonując sumarycznie 600 tys. km oraz 2 tys. razy zmieniając rozstaw kół na stanowisku przestawczym.

W listopadzie tego samego roku próby wykonano w Japonii na linii Nippohonsen (Kokura-Oita-Miyazaki), a w grudniu 2001 r. i styczniu 2002 r. na terenie lokomotywni Shin-Shimonoseki testowano przejazd pociągu przez stanowisko przestawcze. Pod koniec 2002 r. pociąg poddano próbom na liniach konwencjonalnych (1067 mm) Nishigura-Saeki-Shindembaru i Beppu z prędkością maksymalną 130 km/h. W roku kolejnym wykonano próby na terenie lokomotywni Yosan i na odcinku Shin Yamaguchi-Shin-Shimonoseki (linia Sanyō Shinkansen) z prędkością maksymalną 210 km/h. Próby ostatecznie zakończono w 2006 r., po czym pojazd został przekazany do zakładów JR Kyūshū Kokura (2006 r.), a później JR Shikoku Tadotsu (2007 r.). Główną wadą tego pojazdu były wibracje kół podczas jazdy, przez co niemożliwe było rozwinięcie prędkości 200 km/h i większej. Próby prowadzono pod napięciem zarówno 25/20 kV, jak i 1,5 kV DC. Fizycznie pociąg został zlikwidowany w połowie 2013 r.

Należy nadmienić, iż ośrodek badawczy TTCI w Pueblo (stan Kolorado) w USA, czyli Transportation Technology Center, Inc. (TTCI), to przekształcony High Speed Ground Test Center i obecnie podporządkowany Federal Railroad Administration's (FRA); ośrodek ten był również miejscem, w którym w latach 70. XX w. przechodziły próby francuskie pociągi TGV.

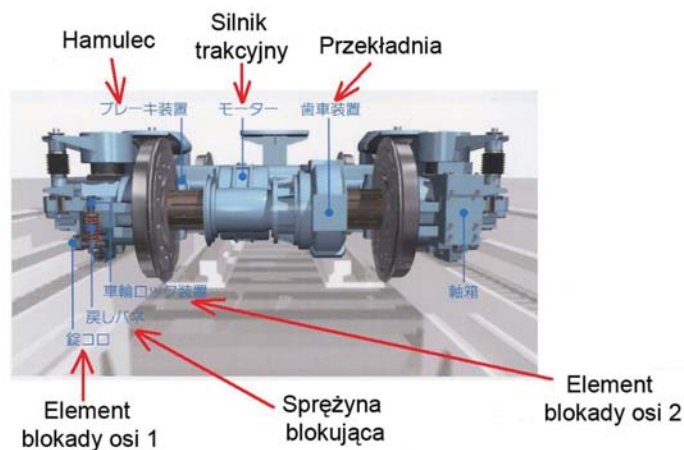
Drugi prototyp

Pierwszy wagon drugiego prototypowego pociągu został zbudowany w sierpniu 2002 r., a cały pociąg – w październiku 2006 r. Wzorowano się na pociągu Shinkansen E3. Na początku marca 2007 r. całość przewieziono do Kokura Railway Technical Research Institute of Tokyo Kokubunji, po czym w grudniu 2007 r. przystąpiono do prób na liniach 1435 mm pomiędzy stacjami Nishigura i Kokura. Pierwsze próby na stanowisku przestawczym, mieszczącym się na stacji Yatsushiro, wykonano w czerwcu 2009 r., a od września 2009 r. komisyjne próby były prowadzone w ten sposób, iż pojazd kursował zarówno po torze 1435 mm, jak i 1067 mm, wraz ze zmianą rozstawu kół na stanowisku przestawczym. Do marca 2011 r. zakłady JR Shikoku Tadotsu przebu-

dowały pojazd (zgodnie z sugestiami komisji technicznej na podstawie wyników wykonanych prób). Natomiast do października 2011 r. pociąg został zmodyfikowany w kierunku zdolności pokonywania łuków o małych promieniach na liniach 1067 mm. Przebudowany pojazd musiał także odbyć próby na liniach 1435 mm, które wykonano od grudnia 2011 r. do lutego 2013 r. na odcinku Yosansen-Tadotsu-Matsuyama.

Cały trójwagonowy pociąg (układ wagonów: GCT01-201, GCT01-202, GCT01-203) został zaprojektowany

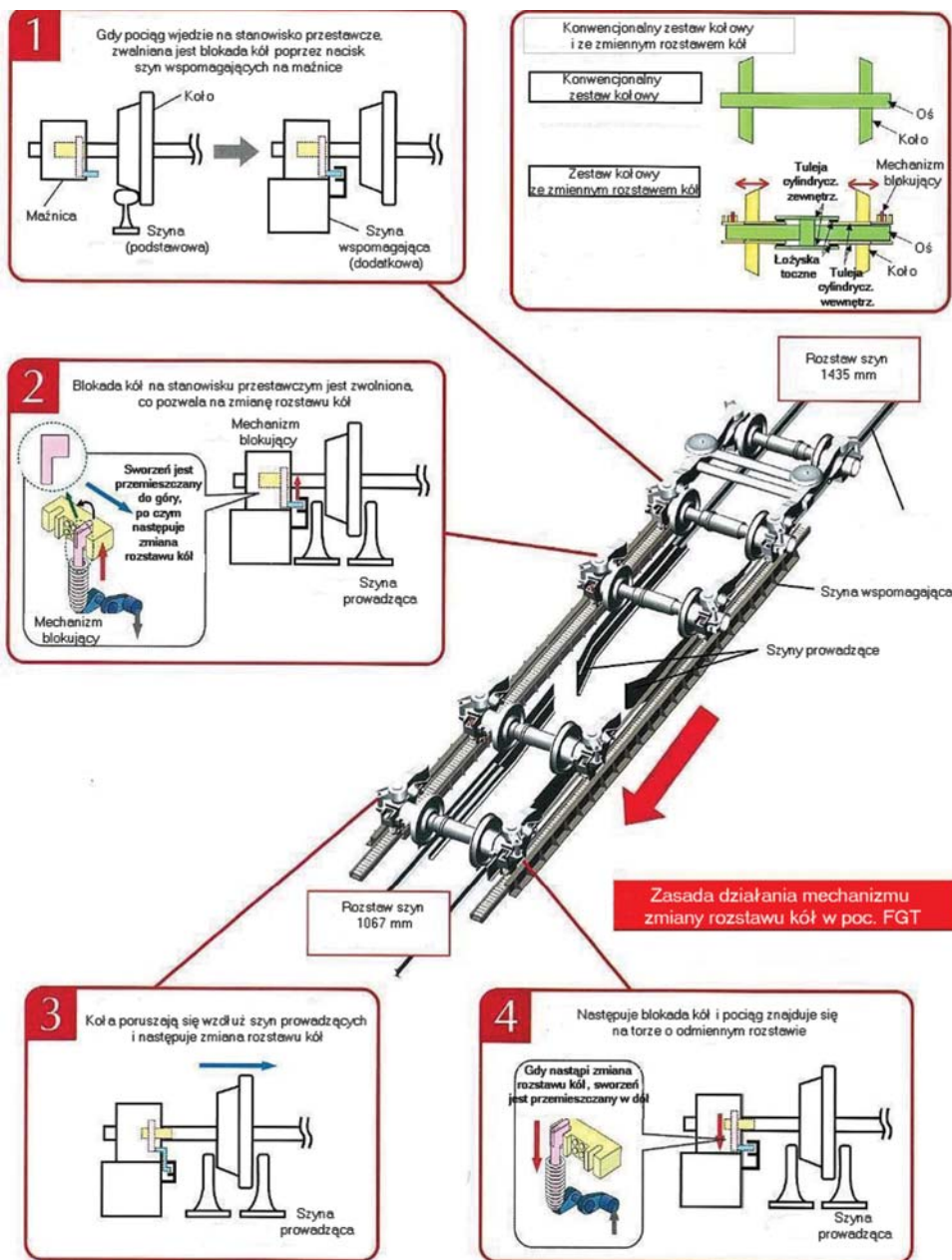
przez Railway Construction, Transport and Technology Organization i zbudowany do końca maja 2007 r. przez zakłady JR Kyūshū w miejscowości Kokura i JR Shikoku Tadotsu. Poszycie pudła wykonano z aluminium. Przeniesienie napędu było podobne do zastosowanego w pierwszym pociągu prototypowym – dwa wały kardana lub napęd bezpośredni (dla porównania obu rozwiązań, w poszczególnych wagonach zastosowano opcjonalnie jedno lub drugie przeniesienie napędu). Dla porównania różnych rozwiązań technicznych zastosowano odmienne sposoby montażu tarcz hamulcowych na osiach zestawów kołowych. Wagony wyposażono w mechanizm biernego przechyłu pudła (poprzez poduszki



Koncepcja budowy wózka dla poc. FGT, w tym osi ze zmiennym rozstawem kół



Stanowisko zmiany rozstawu kół na stacji Tsuruga; perspektywa 1435 mm → 1067 mm. Fot. © JR West



Schemat operacji zmiany rozstawu kół na torowym stanowisku przestawczym



Wózek pociągu FGT na torze o rozstawie 1067 mm. Fot. © JR West



Stanowisko zmiany rozstawu kół na stacji Tsuruga, od strony torów o rozstawie 1067 mm. Fot. © JR West

powietrzne), kontrolowany elektronicznie. Na dachach wagonów skrajnych umieszczono po jednym pantografie. Drugi prototyp, w porównaniu z pierwszym, mimo niższej masy podczas jazdy zachowywał się bardziej stabilnie – poziom wstrząsów czy wibracji był niższy. Prędkość maksymalna była równa 275 km/h (1435 mm) lub 130 km/h (1067 mm), przy czym podczas przejazdu przez łuki o małych promieniach na liniach konwencjonalnych konieczna była redukcja prędkości do 80 km/h. Próby techniczno-ruchowe drugiego prototypu wykonywano początkowo na terenie zakładów w Kokura, a później w pobliżu stacji Yatsushiro od czerwca 2009 r. i stacji Kagoshima (na linii Kyūshū Shinkansen) w drugiej połowie 2009 r. Maksymalna uzyskana prędkość (w pobliżu stacji Sendai) była równa 270 km/h. Jednak ujawniły się wtedy liczne usterki techniczne pojazdu: dopracowania wymagały wózki, w szczególności mechanizm zmiany rozstawu kół. Przebudowa pojazdu zakończyła się w marcu 2011 r., po czym wykonano próby w pobliżu stacji Yosano pod koniec 2011 r. Całość ukończono we wrześniu 2013 r., a sam pociąg pokonał 100 tys. km. Należy dodać, iż pociąg zachowywał się dużo bardziej stabilnie podczas przejazdu po liniach konwencjonalnych w porównaniu do pociągu przez przebudowę. Jednak komisja techniczna w lutym 2014 r. – na podstawie wyników prób – cały projekt zaopiniowała negatywnie.

Trzeci prototyp

Trzeci pociąg prototypowy został zbudowany w kwietniu 2014 r. przez Kawasaki Heavy Industries i Hyogo Hitachi Kaseido (projekt wykonał Hitachi). Trzeci prototyp, w odróżnieniu od wcześniejszych,

był pojazdem czterowagonowym (zestawienie pociągu: FGT-9001+FGT-9002+FGT-9003+FGT-9004) o aerodynamicznej sylwetce oraz zewnętrznej bordowo-beżowej kolorystyce pudła. Do budowy użyto tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknami węglowymi. Przewiduje się, iż pociąg będzie zdolny rozwinąć prędkość 130 km/h na liniach konwencjonalnych i 270 km/h na liniach dużych prędkości. Przejazd przez stanowisko przestawcze odbywa się z prędkością 10 km/h. Szacuje się, iż po próbach przeprowadzonych w ciągu najbliższych trzech lat, gdy pociąg pokona 600 tys. km, będzie możliwe podjęcie decyzji o dopuszczeniu do ruchu planowego oraz rozpoczęciu produkcji seryjnej.

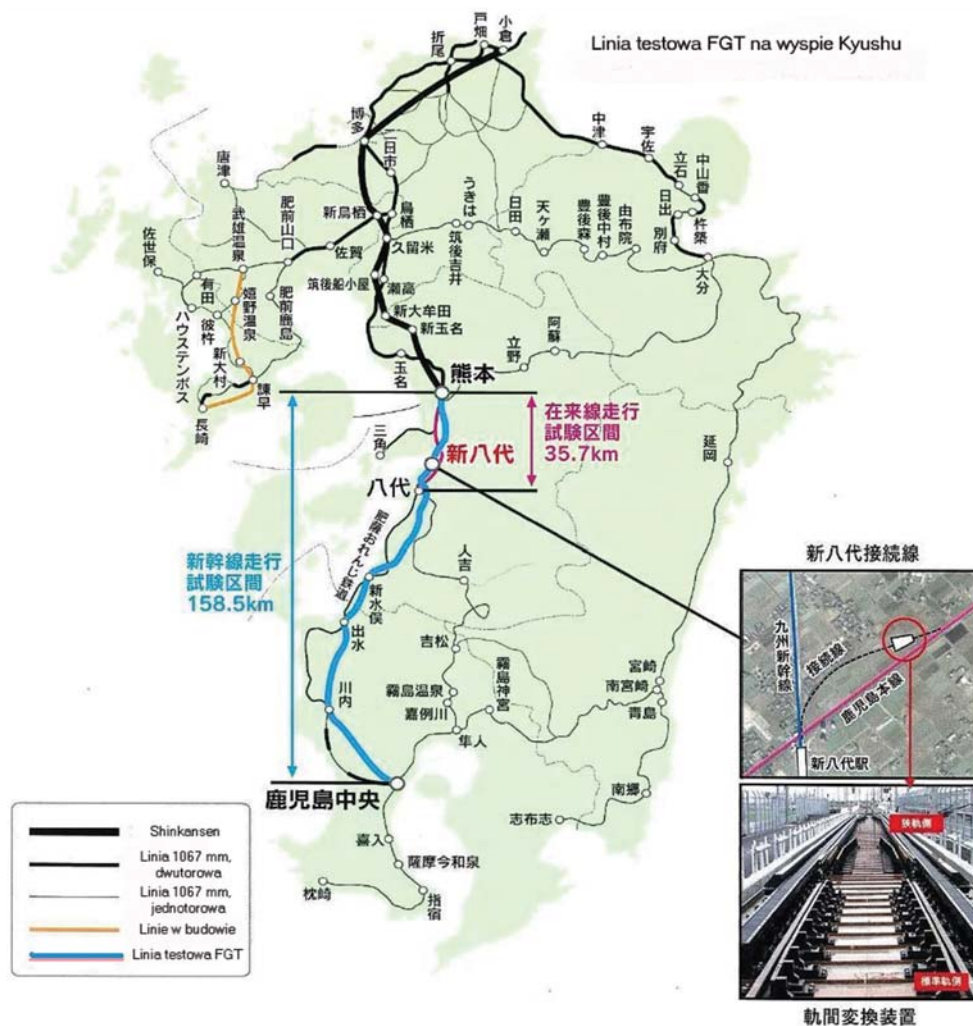
Inne linie Shinkansen jako potencjalne miejsca eksploatacji FGT

Inną linią Shinkansen (poza Kyūshū Shinkansen), gdzie planowana jest eksploatacja pociągów ze zmiennym rozstawem kół, jest linia Hokuriku Shinkansen, która zostanie przekazana do eksploatacji na wiosnę 2015 r. na odcinku Nagano-Kanazawa, przy czym na odcinku Tōkyō Central-Nagano linia Shinkansen już funkcjonuje. Pociągi FGT kursowałyby po liniach Shinkansen z pełną prędkością (~270 km/h), a od stacji Kanazawa – po zmianie rozstawu kół na stanowisku przestawczym – z prędkością maksymalną 130 km/h. Realna jest także eksploatacja pociągów FGT od stacji Shin-Ōsaka do stacji Kanazawa / Nagano trzema trasami (opcjonalnie):

- przez stację Kyōto po linii Tōkaidō Shinkansen, dalej po linii konwencjonalnej (1067 mm);
- przez stację Kyōto i Maibara po linii Tōkaidō Shinkansen, dalej po linii konwencjonalnej;
- z pominięciem linii Tōkaidō Shinkansen, całkowicie po linii konwencjonalnej (obecnie na tej trasie kursują pociągi Thunderbird; Dodatkowo, ze stacji Nagoya do stacji Kanazawa (całkowicie po torze 1067 mm) kursują pociągi Shirasagi (pol. 'czapla'), które także mogłyby być zamienione na pociągi FGT.

Bibliografia:

1. Dane uzyskane od ministerstwa infrastruktury Japonii (26.04.2014 r.), Railway Technical Research Institute (RTRI) z Japonii.
2. New GCT train hampered by speed, weight problems, The Asahi Shimbun: Asia & Japan Watch, The Asahi Shimbun Company, 6.05.2012 (dane z 26.02.2013 r.).
3. Notice of termination of FGT endurance running test, Railway and transportation mechanism, Free gauge train Research Association, 17.09.2013 [j. japoński].
4. Technical evaluation of the technology development variable gauge train (free gauge train) [j. japoński].



Linia Kyūshū-Shinkansen będąca docelowym miejscem eksploatacji Gauge Change Train (GCT)

5. Takao, Kikuo, Uruga, Kenichi (08.2003), 'Gauge Change EMU Train Outline', QR of RTRI 44: 103-108.
6. Variable gauge train (free gauge train) new test vehicle, Railway and transportation mechanism, 20.03.2014, Kyūshū Railway Company [j. japoński].

Zdjęcia nieoznaczone zostały udostępnione przez JTRR na zasadzie wyłączności i są chronione prawami autorskimi na podstawie umowy zawartej z JTRR.

Kikanka – high-speed train Shinkansen in Japan with variable gauge system

Three prototype of high-speed train Shinkansen equipped in variable gauge system (1435/1067 mm) have been built until 2014 in Japan, known as Free Gauge Train (FGT). A technology of variable gauge adapted for FGT was based on Spanish Talgo system. However, simple adaptation the Talgo system proved impossible, and tests of FGT on Shinkansen (1435 mm) and conventional (1067 mm) rail network were longer than primary expected. Additionally, many technical problems occurred in FGT, especially with bogies stability on rail gauge of 1067 mm. Authorities of Japan Railways (Kyushu and West) are intended to implement FGT and variable gauge system, because rail network construction in Japan is expensive (necessity of many tunnels boring and bridges building), and potential using of FGT may lower costs of high speed rail exploitation and increase passengers number in Shinkansen trains in Japan.