

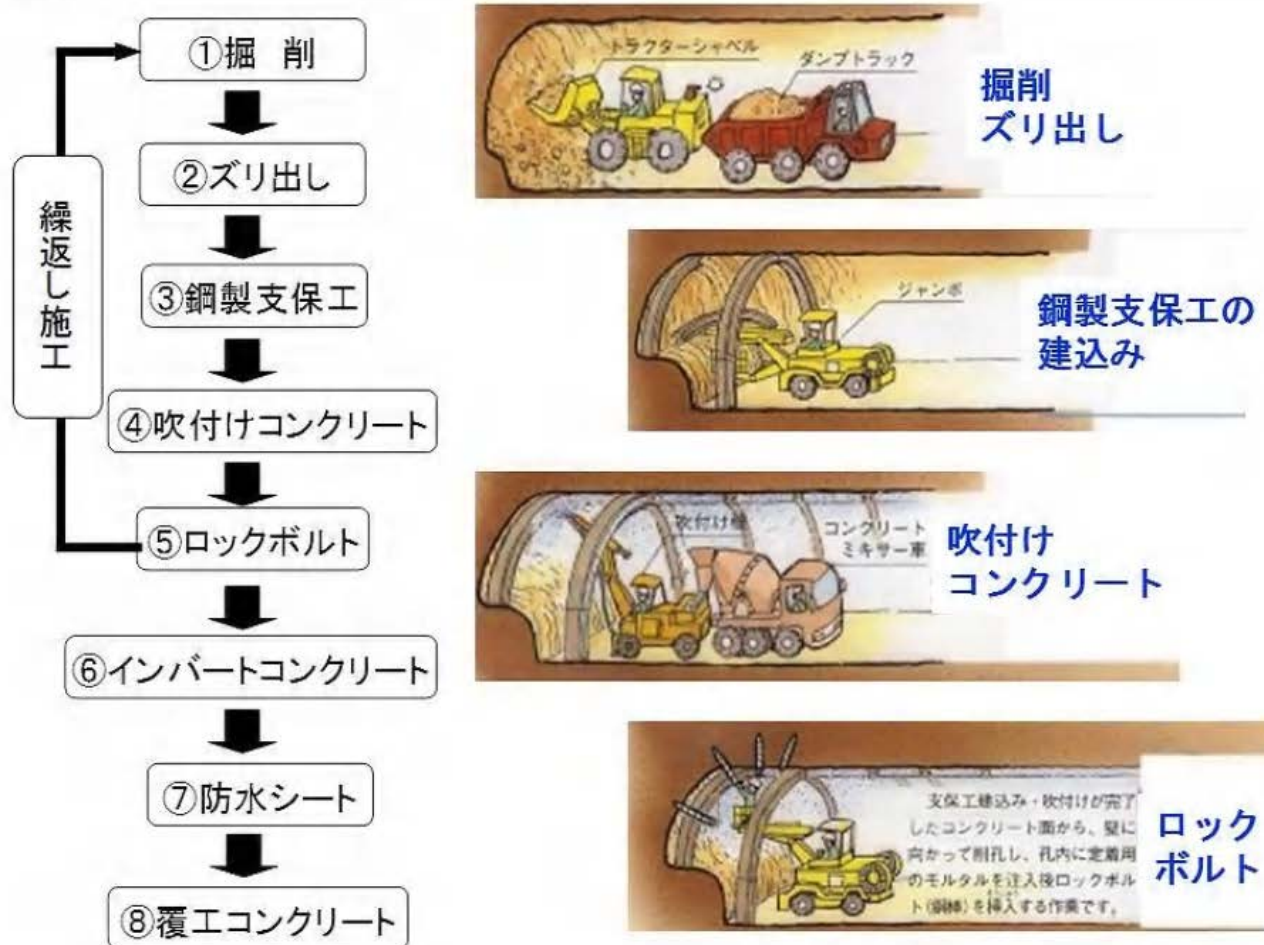
2 ナトム工法について

(1) -1 ナトム工法とは

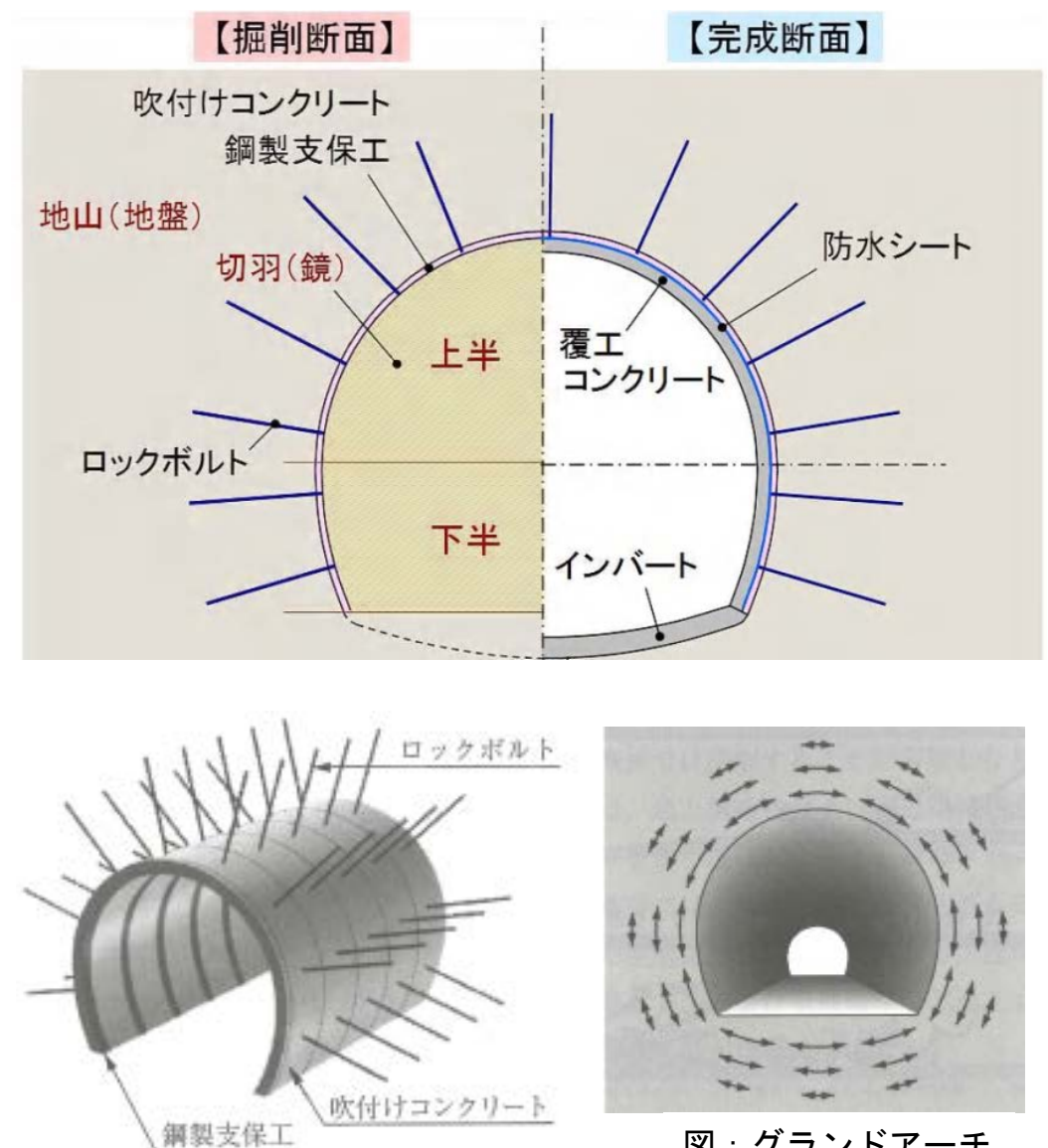
○ナトム工法の特徴

- 1) **NATM (New Austrian Tunneling Method)**は、トンネル周囲の地盤がトンネルを支えようとする保持力(グランドアーチ)を利用するため、掘削した岩盤の緩みが小さいうちに、早期にコンクリートを吹き付け、鋼製支保工を建て込み、ロックボルトを打設して、地盤の安定を確保しながらトンネルを掘進する工法であるため、施工中において、切羽(掘削前面の地盤)の観察やトンネルの挙動などを計測し、その結果を設計と施工に反映させ、必要に応じた対策(設計変更)を講じながら施工することが特徴である。
- 2) このため、トンネルに作用する荷重は、トンネル周辺の地盤と一次支保(鋼製支保、ロックボルト、吹付けコンクリート)が受け持つことから、掘削時の切羽の観察やトンネルの挙動などを計測し、設計・施工に反映させることが安全な施工を行ううえで特に重要となってくる。

○ナトム工法施工手順



○ナトム工法掘削断面



図：グランドアーチ

(1) —2 ナトム工法とは

○日本でのナトム工法の採用

- 1) ナトム工法は、1960（昭和35）年にオーストリアのトンネル技術者L・V・Rabcewicz（ラディスラウス・フォン・ラブセビッツ）が提唱した主に山岳部のトンネルに採用される工法の一つである。
- 2) 日本では、1977（昭和52）年に上越新幹線中山トンネルで強大な地圧（膨張性地圧）の作用によって難航していた区間に初めて採用され成功を収めた。
- 3) その後、当時の国鉄と鉄道公団のトンネル建設に次々に採用され、1980（昭和55）年頃には早くも山岳トンネルの標準工法と位置付けられるようになった。
- 4) ナトム工法の本格採用により、膨張性地山、含水未固結地山、小土被り、高地熱、有害ガスなど多様な地盤・環境条件において施工実績が積み上げられ、掘削、支保、覆工などの施工技術が飛躍的な進展を遂げ、施工箇所の対象を都市部へ拡大してきた。

○ナトム工法の都市部への適用

- 1) 日本の大都市は軟らかい地盤に位置しているため、地下鉄建設は、地盤変位や地下水位の低下が生じにくいシールド工法や開削工法と呼ばれる都市トンネル工法によることが一般的であった。しかし近年では、適切な対策工（補助工法）を併用することにより、都市部の土被りが小さく地下水位以下にある低固結あるいは未固結の地盤に対しても適用することが可能となり、施工例も増えてきている。
- 2) これは、ナトムの特徴であるトンネルの形状を自由に変えることができることや、軟らかい地盤でも安全に掘削できる技術が飛躍的に進んだことによるもので、他都市の事例を挙げると、
 - ・側壁導坑を先行して施工するサイロット工法の成田空港トンネル（1981「昭和56」年完成）
 - ・大断面の横浜市営地下鉄三ツ沢上野駅（1982「昭和57」年完成）
 - ・都心部初の京葉線京橋トンネル（1988「昭和63」年完成）
 - ・CRD工法の東葉高速鉄道習志野台トンネル（1993「平成5」年完成）
 - ・営業線直下施工の東急東横線反町トンネル（2004「平成16」年完成）など多数あり、都市部でも安全に施工できることが実証されている。また、本市地下鉄においても、十分な施工実績がある。

2 ナトム工法について

(1) —3 ナトム工法とは

○福岡市地下鉄ナトム工法の施工実績

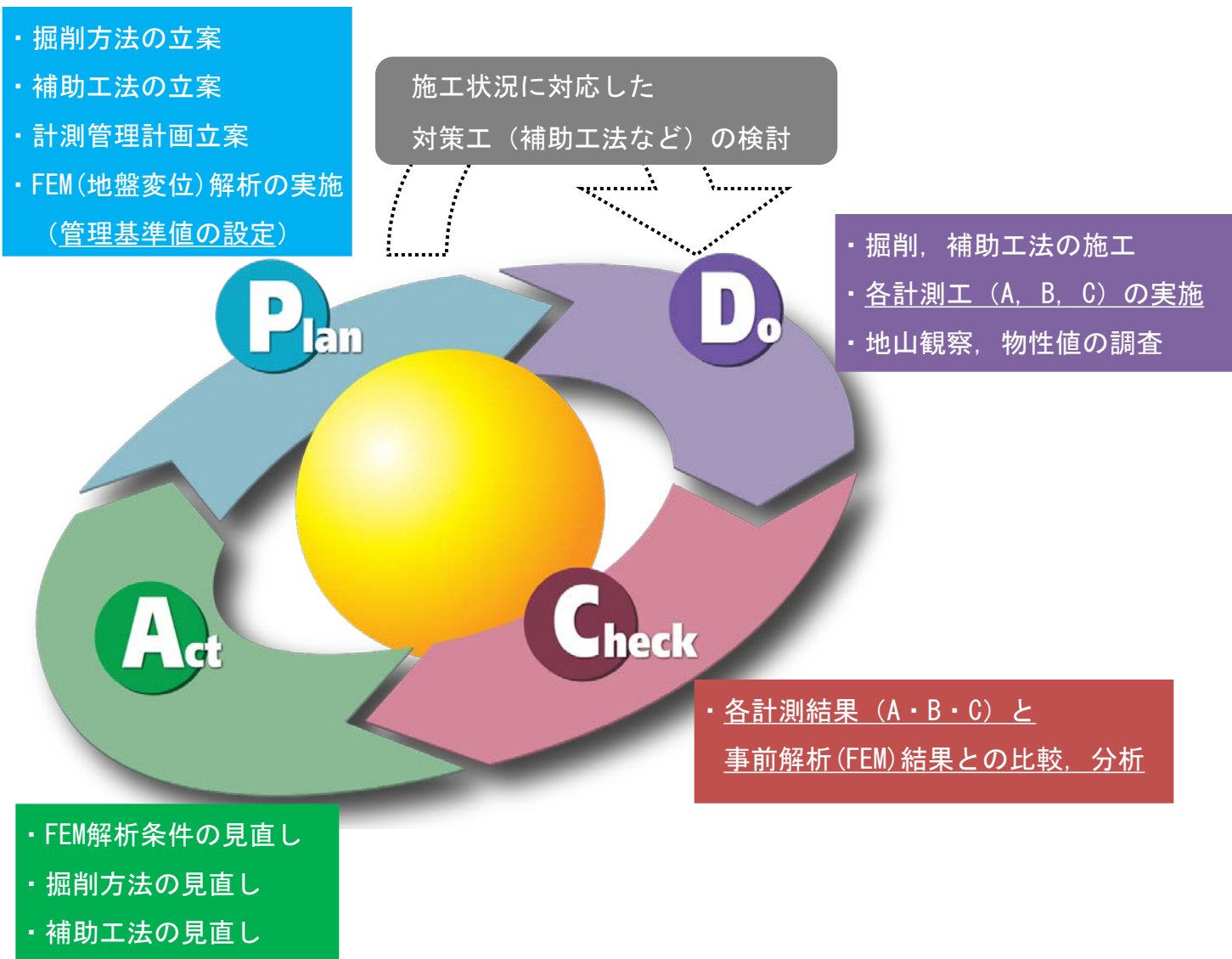
路線名	工区	施工延長 (m)	断面形状	掘削幅 (m)	平均土被り (m)	最小岩被り (m)	対象地盤	施工着手年月
空港線	中比恵西	240	複線	10.4~16.5	12.8	1.4	風化頁岩	昭和63年5月
	中比恵東	329	複線	10.4~11.0	12.5	2.0	風化頁岩	昭和63年5月
	空港	65	単線 複線	5.6~12.5	7.9	1.6	風化 花崗岩	昭和63年2月
七隈線	梅林	595	単線	5.6	17.7	8.8	風化 花崗岩	平成11年3月
	別府	630	単線 複線	5.6~9.0	8.1~10.2	2.1	風化頁岩 礫岩 砂岩	平成10月1月
	六本松	68	複線	9.5	7.7	—	風化頁岩 礫岩 砂岩	平成9年2月
	桜坂	645	単線 複線	5.2~12.4	9.0~11.4	3.0	風化頁岩 礫岩 砂岩	平成9年5月
	薬院西	837	単線 複線	5.7~12.9	8.4~12.0	1.6	風化頁岩 礫岩 砂岩	平成8年12月
	薬院	28	単線	5.2	8.8	—	洪積層砂礫 粘性土	平成9年10月

(2) ナトム工法における観測・計測の役割

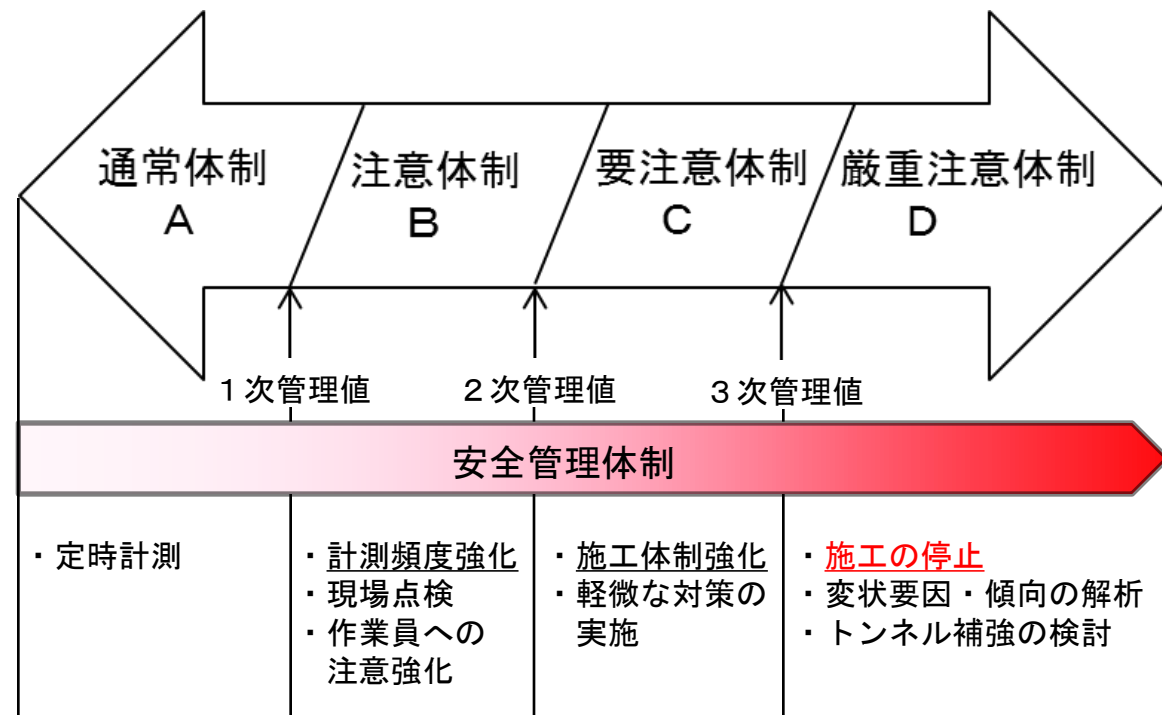
ナトム施工時の観測・計測については、施工中に実施する現場計測によって、トンネル周辺の地盤や支保工の挙動などの情報を収集し、あらかじめ設定した管理項目と管理基準に基づき、施工の安全性や設計の妥当性及び近接構造物に与える影響等をすみやかに評価し、設計や施工に反映させることを目的としたもので、計測A、計測B、計測Cに区分している。

このため、「博多駅工区建設工事」契約図書のうち、特記仕様書の中で、観測・計測に関する事項について、条件明示を行っている。

●ナトム施工の安全管理方法（PDCAサイクルの実施）



●ナトム施工の安全管理基準



※上記の安全管理基準に基づき、施工計画書を策定し、受注者の大成JVは施工を行っている。

★ 鉄道構造物等設計標準・同解説 都市部山岳工法トンネルより抜粋

- 1) 観察・計測により好ましくない挙動を把握した場合の具体的な対策について、いくつかの段階に分けてあらかじめ決めておくことが大切である。
- 2) 計測結果は迅速に整理し管理基準値と照合するとともに以後の挙動把握に用いるが、施工の安全性確保あるいは周辺環境保全の観点から、当該結果を施工者、監理者(発注者)双方で共有し工事管理や設計の修正に反映させる必要がある。