

***Tunnelling and Underground Space Technology***  
***Nos.2, March 2011***

- 1) ADECO full-face tunnel excavation of two 260m<sup>2</sup> tubes in clays with sub-horizontal jet-grouting under minimal urban cover (pp.253~266)

低土被り区間の粘性土層地盤における水平ジェットグラウト工を用いた 2 本の大断面  
(260m<sup>2</sup>)ADECO トンネルの掘削

Authors: F. Tonon

本論文は、ADECO 工法を用いて施工された断面積 260m<sup>2</sup>の双設大断面トンネル (Cassia twin road tunnels) の施工について述べたものである。Cassia トンネルは、イタリアローマを中心とした環状道路の一部をなし、土かぶり 5~30m の主に粘性土地盤内にセンタピラー約 4m で構築される双設トンネルである。上部には Cassia Road や 2000 年前の古代ローマ居住遺跡が存在し、さらに並行して 2 本の既設トンネルが走る条件下で掘削される(Fig.1, Fig.2)。

論文ではまず過去の大断面トンネルとして Mt. Baker Ridge Tunnel(1988), Munich Subway Tunnel(2008)の実績が紹介され、ただしこれらは切羽前方地山の補強を考えていなかったため、全断面掘削できず、また地表面の大きな沈下を招いた、としている。

一方 Cassia トンネルでは、ADECO の考え方にに基づき前方地山をグラスファイバーボルト(90 本、L=16m で 10m ラップ)で補強し、さらに天端は水平ジェットグラウト(81 本、L=16m、φ 60cm、φ 168.3 の鋼管入り)を施工した(Fig.15, Fig.16)。トンネルは 2009 年 11 月に竣工し、工期内かつ予算内で施工することができた。また地表面沈下量は 1cm 以内に抑えることができた。

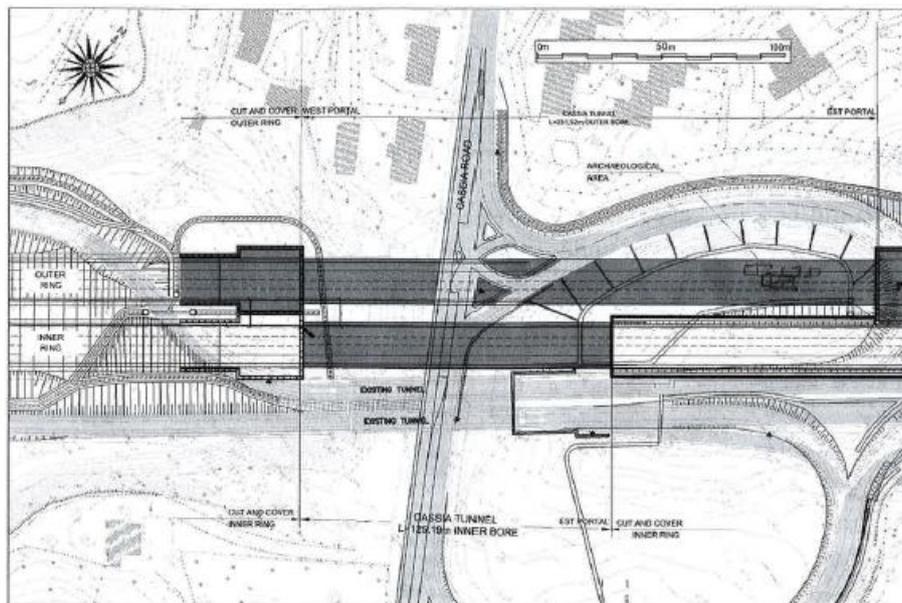


Fig. 1. Plan view of the new Cassia tunnels with Cassia road, archaeological site, and the two existing tunnels.

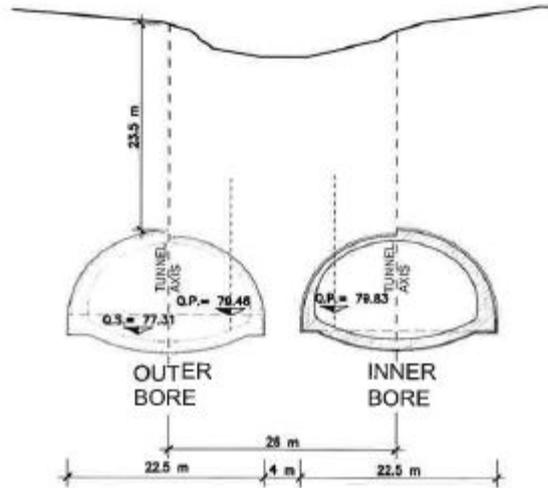


Fig. 2. Cross-section with typical dimensions.

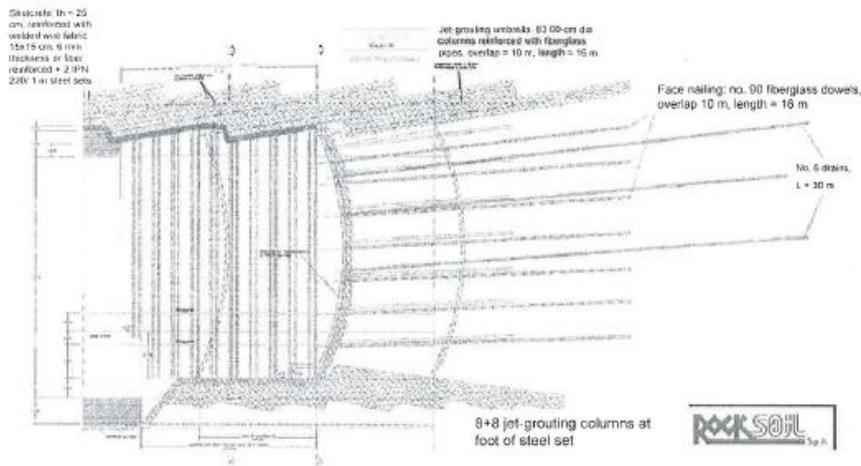


Fig. 15. Longitudinal cross-section.

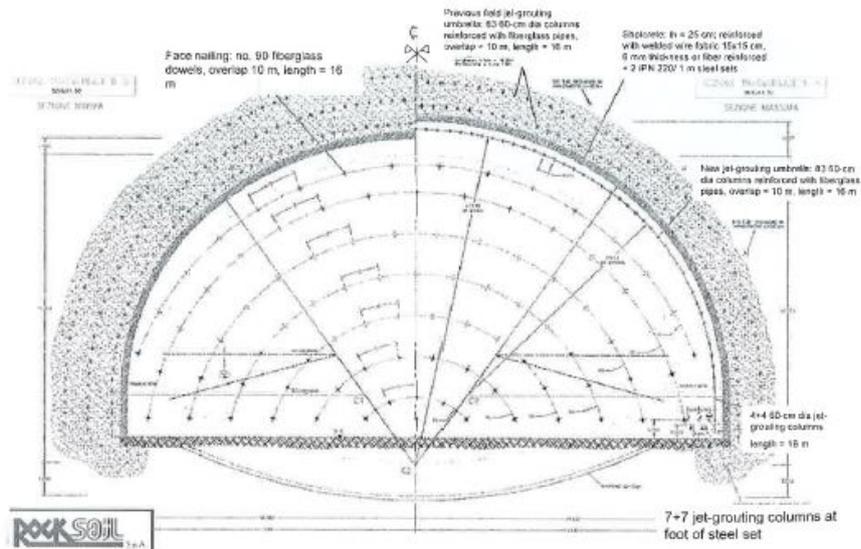


Fig. 16. Transverse cross-section, pre-confinement and primary lining.

2) A review of the impact of the RingRing study for multifunctional motorway tunnels in the Netherlands and beyond (pp.292~309)

オランダにおける多機能高速道路トンネルに関する RingRing 研究の影響とそれ以降の効果

Author: F. van der Hoeven

本論文は、オランダにおける地下空間利用技術の一環として多機能型高速道路トンネルに関して発表された RingRing スタディ(Hoeven, 2001)の現在への影響について述べている。

1990年代の初めごろからオランダのトンネル技術者はすでに認識していたが、地下空間技術がもたらす付加価値に地方自治体なども気づき、RingRing スタディで述べられた多機能道トンネルプロジェクトが次世代技術として取り上げられた。

多機能型トンネルのコンセプトは Fig.23 に示すように、1) 生活の質の確保、2) 都市再生、3) 景観保護、4) 新都市開発という 4 つの目的に集約され、そのもつで 1) 安全性、2) コスト、3) 環境の質、4) 機能性という優先順位で構造形態を選定していくことになる。構造形式としては大きく分けると地下に構築する形態および地上に構築し、盛土してその上部を利用する形態に分けられる。

構造形態の選定は RingRing スタディで提案されたチャート(Fig.16)を用いて行う。具体的な例として、同スタディの中で the Green Link A15 および the Zuidas DryDock という二つのパイロットプロジェクトについて試設計を行っている。

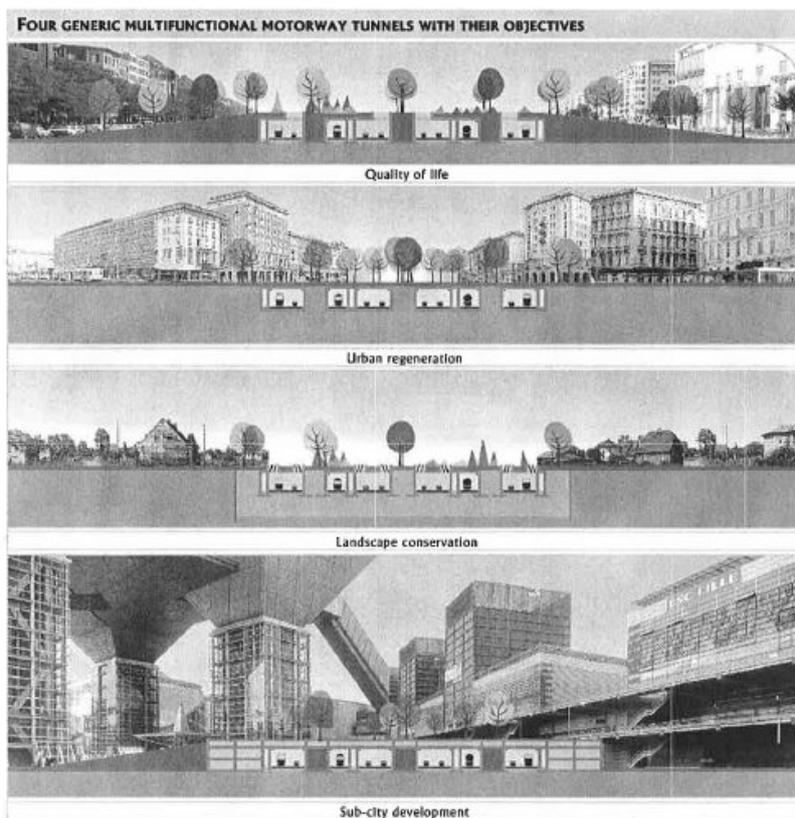


Fig. 23. Four generic cross sections for multifunctional tunnels dealing the objectives quality of life, urban regeneration, landscape conservation and sub-city development (Hoeven, 2002).

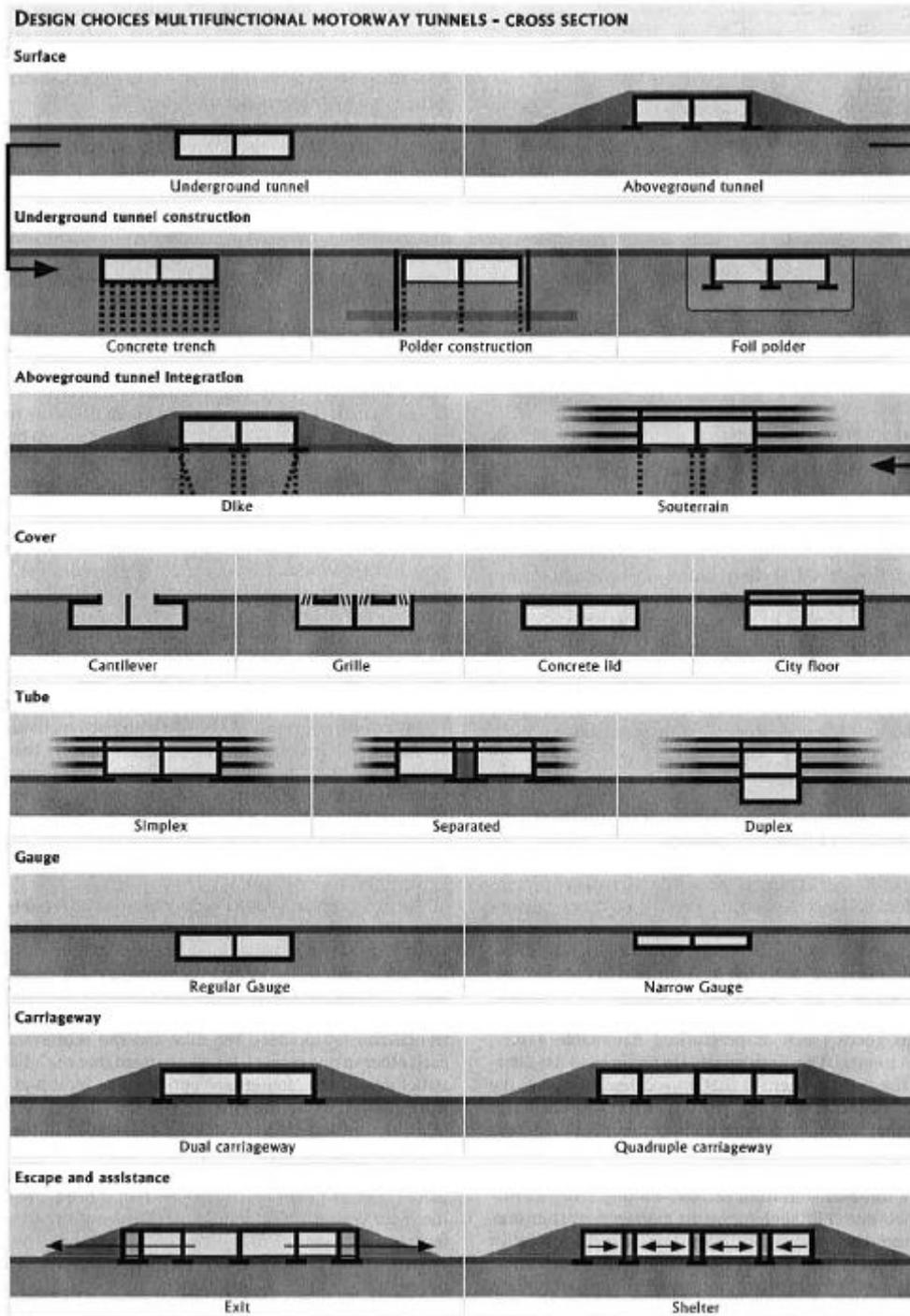


Fig. 16. Morphological chart visualising the design choices as part of a multifunctional tunnel, cross section (Haeven, 2010).

### 3) Identification and analysis of Swiss National Road tunnels pathologies (pp.374~390)

スイス国道トンネルの変状に関する検証および解析

Authors: F. Sandrone and V. Labiouse

スイス国道は 1960 年代から整備されてきたが、その中に多くのトンネルを含んでおり、古いものでは築後約 40 年経過したものもある。

スイス連邦国道当局では、ライフサイクルタイムにおけるトンネルの安全性や供用性の維持を目的として、トンネルに関する基本データ（竣工年、構造、施工方法、地質、交通量など）とともに、変状調査において確認された変状なども含めてデータベースを構築している(Fig.1)。

本論文ではこのデータベースに基づく最適な維持管理手法についてアプローチしている。

具体的な手法は以下のとおりである(Fig.5)。

**Step1** トンネル基本データに基づいて、トンネルの劣化を進行させる可能性のある要因を抽出

**Step2** 供用条件、環境条件や変状状況などを加味してコレスポネンス分析手法に基づいて、変状の進行速度を評価する。

**Step3** 各変状の発生確率を評価し、トンネル内で今後どのような変状がどのように進行していくかを推定する。

これらの分析の結果、以下の知見を得た。

- 1) トンネルの施工法、防水システム、構築材料の品質などがトンネルの劣化進行に大きくかわる。
- 2) 供用中の排気ガス、湿度、周辺環境条件などが覆工の劣化速度に影響を与える。
- 3) 以上の結果を踏まえて様々な条件を加味した合理的なトンネル設計が可能になるものと期待できる。

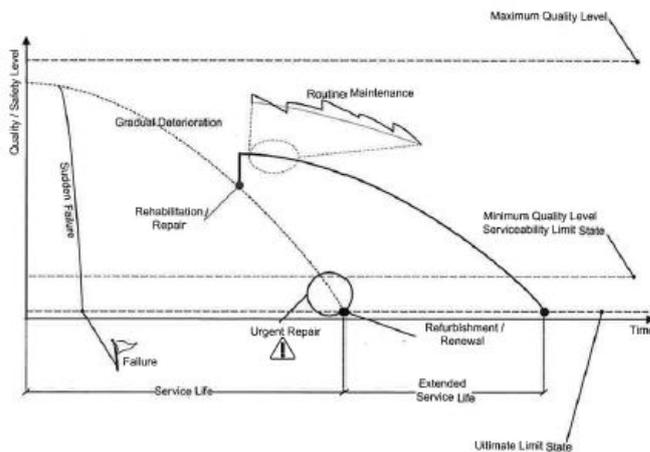


Fig. 1. Time evolution of the quality level of a tunnel and effect of conservation practices during service life.

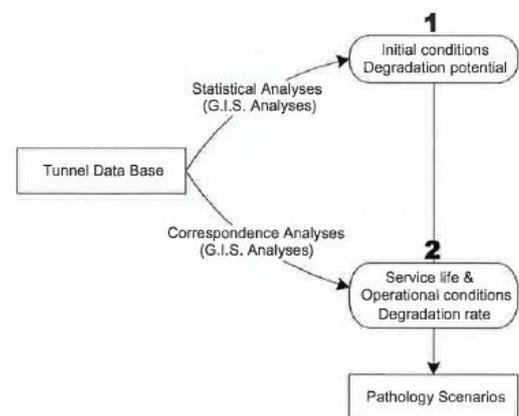


Fig. 5. TDB analysis process: 1. Initial conditions for investigating degradation potential and 2. Service life conditions for investigating degradation rate. The arrays describe the data analysis methods. GIS analyses are between brackets since they are not presented in this paper (Sandrone et al., 2007b).

4) Shield Machine disassembly in grouted soils outside the ventilation shaft: A case history in Taipei Transit System (pp.435~443)

到達立坑の外側での改良土中におけるシールド機解体

— 台北高速輸送システムにおける施工報告 —

Author: J. C. Ni and W.-C. Cheng

台北高速輸送システム (TRTS) の瀘州線における換気立坑 A の建設 (Fig.1、Fig.2 参照) では、泥水式シールド機 (外径 6.24m、機長 7.5m) 2 機によるトンネル掘削が行われた。この内、下り線のトンネル掘削 (No.2 シールド機により施工) では、到達立坑の隔壁の手前でシールド機を解体する必要があった。

シールド機の解体作業は以下の手順で実施した。

- ① 地盤改良 …高圧噴射工法 (JSG 工法) により隔壁近傍の地盤改良
- ② 鋼殻のグラウト工 …シールド機の鋼殻と改良体との空隙をグラウト
- ③ 漏水試験 …鋼殻グラウト工による止水性確認のための漏水試験および追加グラウト工
- ④ 止水グラウト工 …改良体中の間隙または改良体と隔壁の間隙箇所に対する止水グラウト工
- ⑤ シールド機の解体 …初期解体、チャンバー作業、二次解体、チャンバー止水工の順に実施
- ⑥ 隔壁の取壊し作業 …隔壁 (厚さ 1.5m) をまず厚さ 0.4m まで撤去。次に隔壁の坑内側にバルクヘッドを設置し、残りの隔壁を取り壊した。最後に、鋼製セグメントリングを組立て、チャンバープレートとバルクヘッドを撤去した (Fig.3 参照)。

今回の工事で、地盤およびチャンバーに対するグラウト工により効果的に出水量が抑制され、その後の排土作業を無難に終えることができた。鋼殻に設けた漏水検査孔からの出水量は地盤改良により 0.10/min 以下に抑制されたことを確認した。また、取壊し前の隔壁に設けた漏水検査孔からの出水量は 0.060/min であり、グラウト工が有効に機能したと考えられる。

また、ダブルウェルポンピングの際に実施した地下水位のモニタリング結果によると、シュンシャン V 層 (シルト質砂) では揚水が地下水位に与えた影響はごくわずかであったが、同じ土質のシュンシャン III 層では水位が GL-3.5m から GL-6.8m まで低下している。また、シュンシャン IV 層 (シルト質粘土) では間隙水圧にはほとんど変化がなく、地下水位は GL-1.6m から GL-2.2m に低下する程度であった。揚水を止めた際にはシュンシャン III 層の地下水位はただちに回復しており、これらの地下水位の低下は立坑の開削や No.1 シールド機 (上り線で使用) の到達による排水作用、および隔壁欠陥部から坑内への地下水の大量流入事故による影響ではないかと考えられる。坑内への出水事故に関しては今後更なる研究・調査を行い、原因を究明する必要がある。

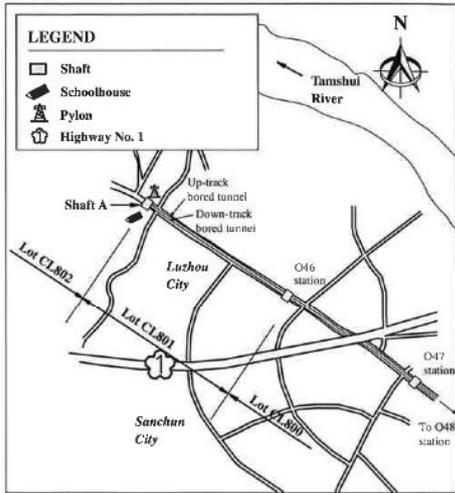


Fig.1 Location of shaft A and bored tunnels

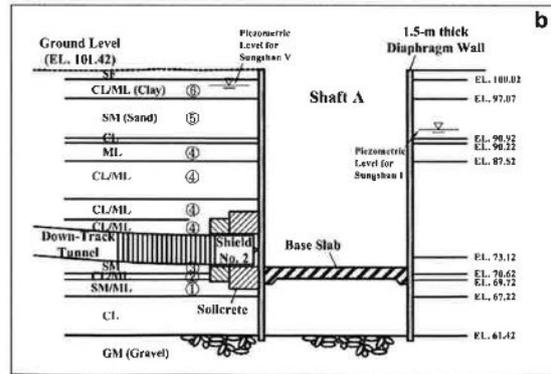
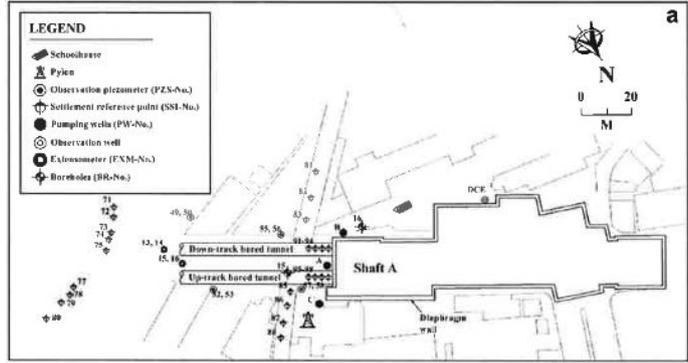


Fig.2 (a) Plan view of shaft A, and (b) geological profile

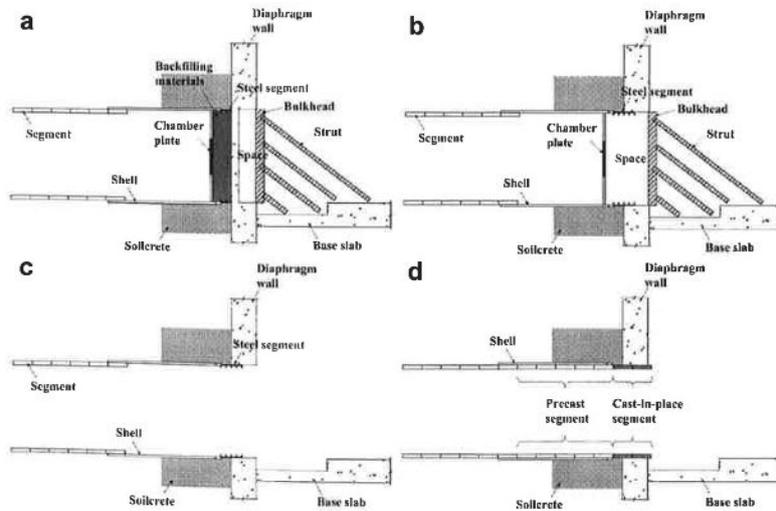


Fig.3 Schematic illustration of wall-breaking operation